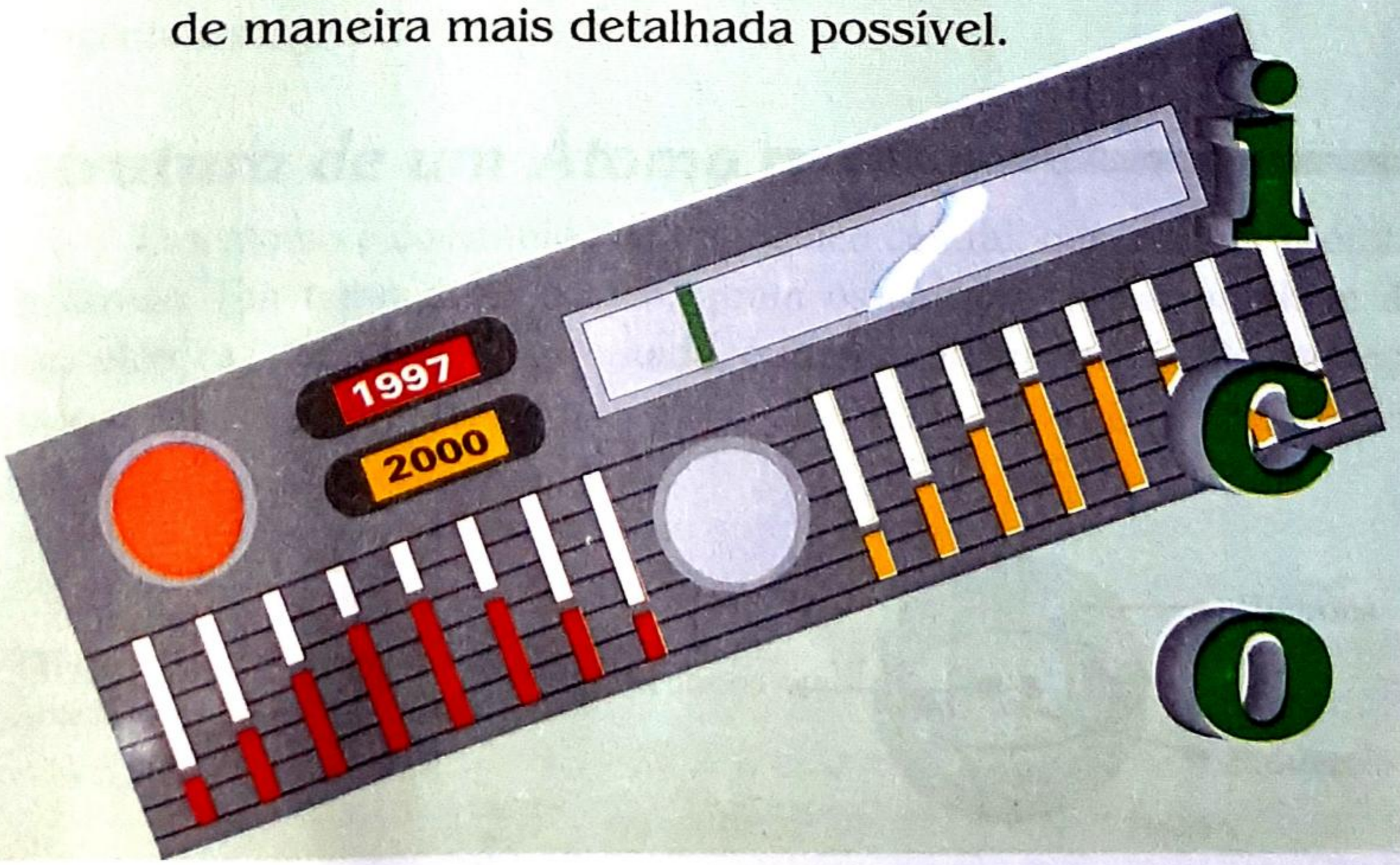
RADIOTÉCNICO E TV(P&B) E A CORES

01

IPR INSTITUTO PADRE REUS
TRANSFORMANDO PESSOAS EM PROFISSIONAIS QUALIFICADOS

Radioteco

Ao iniciar o nosso curso de Rádio, acreditamos que você esteja ansioso para começar a estudar. Vamos iniciar com circuitos simples, básicos, procurando sempre salientar a parte prática, fazendo com que você vá acumulando conhecimentos gradativamente, até chegar ao circuito do rádio. Vamos apresentar os componentes de maneira mais detalhada possível.



ELETRICIDADE

O homem consegue, hoje, dominar perfeitamente a eletricidade. Consegue gerá-la, em grandes quantidades, nas usinas, e transportá-la através de fios, por distâncias enormes, até as nossas casas, onde aciona uma enorme quantidade de aparelhos.

Mas o que é a eletricidade?

Todos os efeitos da eletricidade podem ser explicados e previstos, se considerarmos, a existência de uma partícula minúscula chamada ***elétron.*** O elétron é a unidade de carga elétrica. Sua carga elétrica é negativa. Para dar-lhe uma idéia melhor do que é um elétron, teremos que recorrer à ***teoria eletrônica.*** Esta teoria é bastante complexa, e para simplificar, vamos apenas apresentar o seguinte:

Teoria Eletrônica

Tudo que existe na natureza é composto de átomos. Existem aproximadamente 100 átomos diferentes. A combinação destes diferentes átomos vai formar as moléculas. A água é uma molécula composta de átomos de hidrogênio e oxigênio.

Estrutura de um Átomo

Um átomo é constituído de um núcleo central, que contém prótons e nêutrons. Em torno deste núcleo, giram os ***elétrons*** (nossa unidade de carga elétrica). Para esse nosso estudo, é importante que você não esqueça disso: o próton de um átomo tem carga elétrica positiva. O elétron de um átomo tem carga elétrica negativa.

Veja o desenho de um átomo, conforme a teoria eletrônica

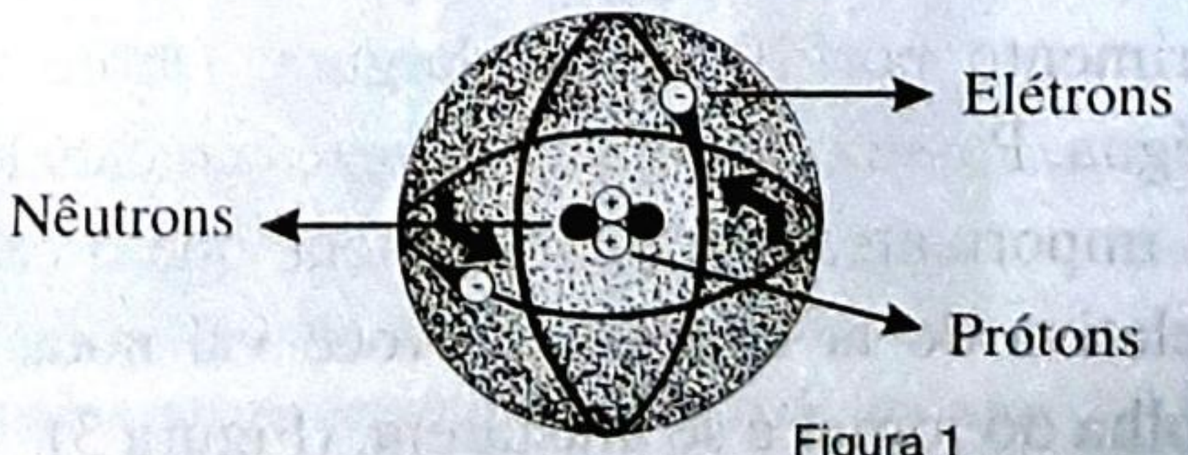


Figura 1

E o nêutron? Bom, o nêutron não tem carga elétrica nenhuma. Para o nosso estudo, podemos até ignorá-lo. Olhando a figura 1, observe o núcleo do átomo representado pelo ajustamento dos nêutrons e prótons (carga positiva: +) e os elétrons (carga negativa: -), que ficam girando em torno desse núcleo, tal como nosso sistema solar, onde podemos considerar que o sol esteja parado e os planetas estejam girando ao seu redor. (Figura 2)

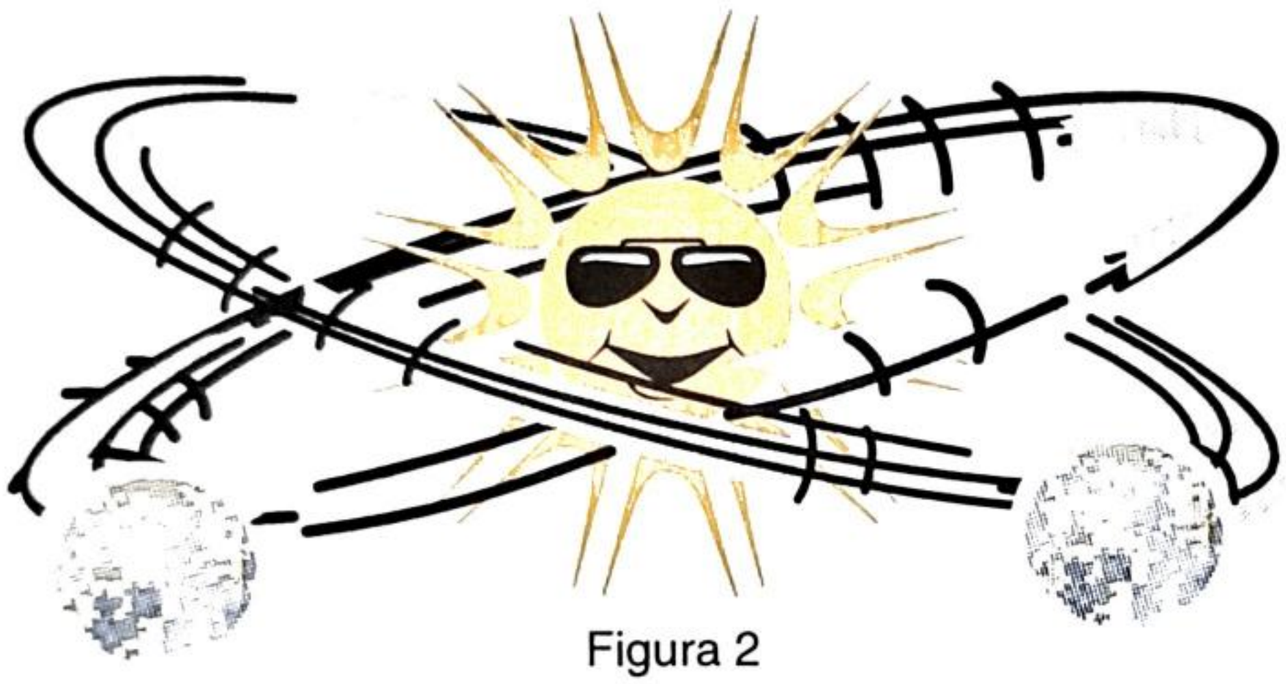


Figura 2

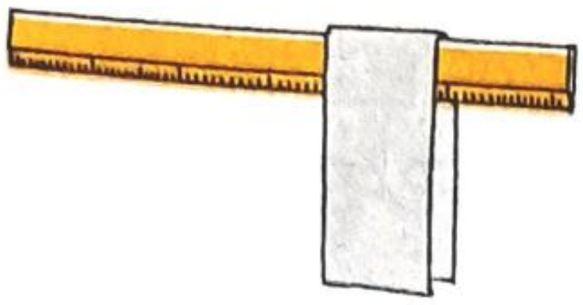
A estrutura do átomo pode ser comparada ao nosso Sistema Solar onde os planetas (elétrons) giram em torno do Sol (núcleo).

O átomo é muito pequeno. Uma gota de água possui bilhões e bilhões de moléculas, cada uma delas contendo dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio.

Eletricidade Estática

Sempre que conseguirmos retirar, de algum corpo, alguns elétrons e estes elétrons não podem circular livremente, estão presos (porque o corpo não é um bom condutor de eletricidade), a carga elétrica representada por estes elétrons é chamada de eletricidade estática. O método mais comum da obtenção da eletricidade estática é o atrito.

Uma experiência prática, e que pode ser facilmente feita pelo aluno, consiste de uma régua, um pente e uma tira de jornal, com 60 cm de comprimento por 10 cm de largura. Dobre a folha ao meio e pendure-a na régua. Passe o pente várias vezes no cabelo e aproxime-o da folha de papel. É importante, nessa experiência, que o cabelo esteja seco e que a umidade relativa do ar seja baixa. Você vai notar que a tendência das lâminas da folha do jornal é se afastarem. (Figura 3)



Em condições normais, o papel permanece pendurado com as duas tiras lado a lado.

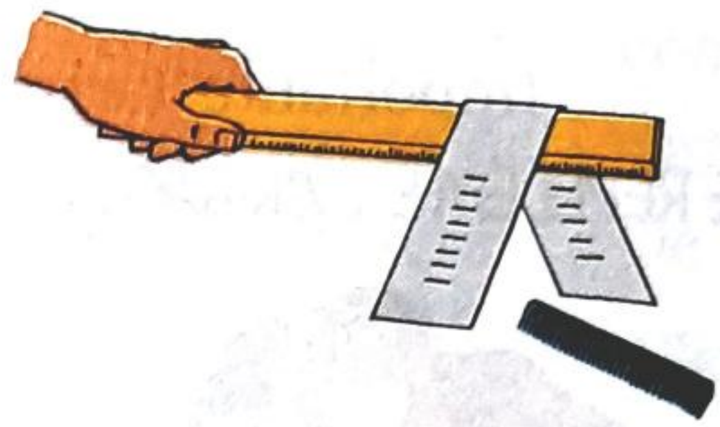


Figura 3

Com excesso de elétrons (carga negativa) nas extremidades as tiras de papel se repelem.

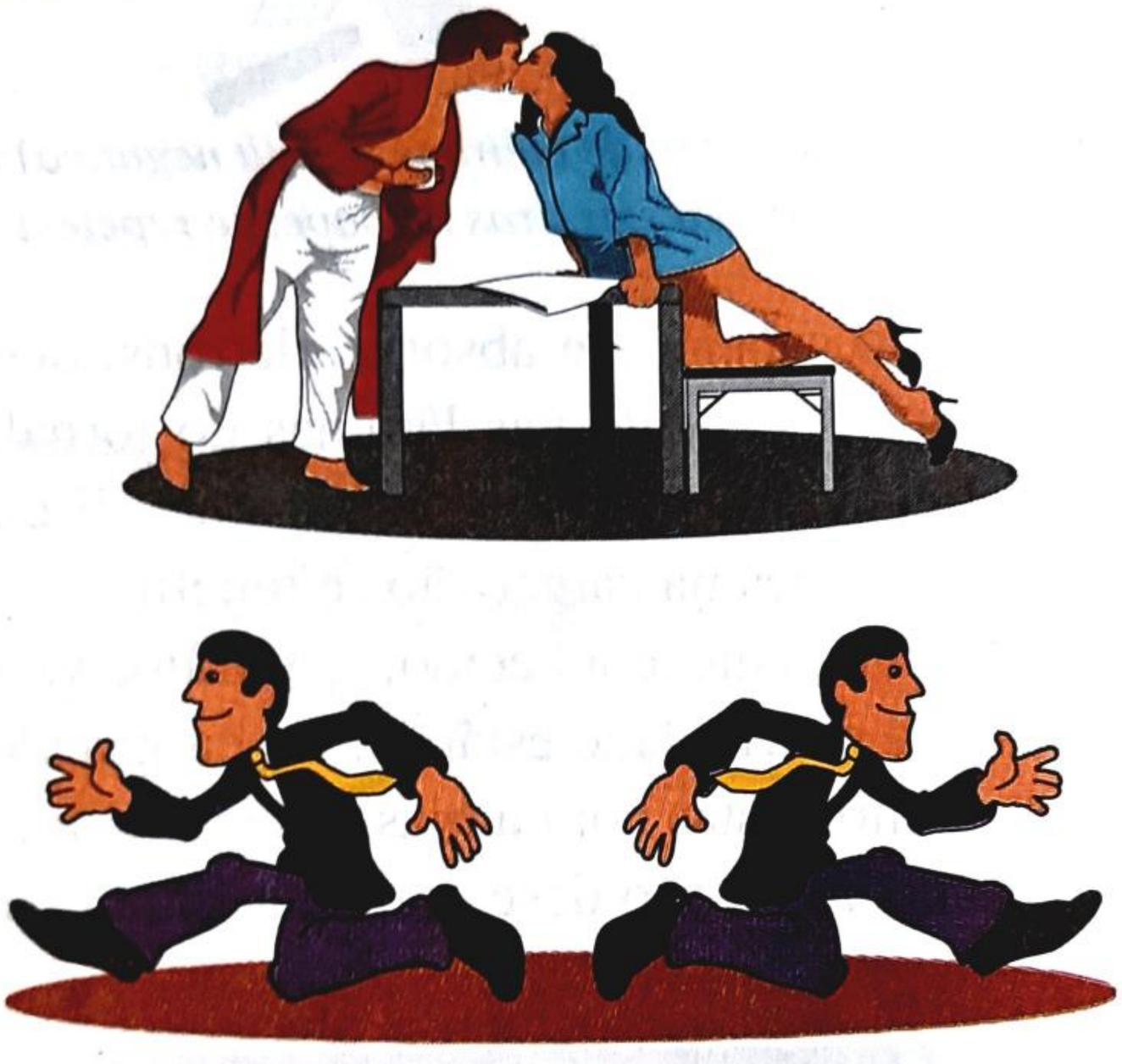
Quando você passa o pente no cabelo, ele absorve elétrons, que ficarão presos no seu corpo. Ao encostar o pente nas lâminas do jornal, as mesmas vão absorver elétrons, e ficam carregadas negativamente. E como as duas lâminas de papel ficarão com a mesma carga, vão se repelir.

Um fenômeno da natureza, bastante conhecido, é o raio. O raio também é uma prova da existência da eletricidade estática. As cargas elétricas são formadas nas nuvens pelo atrito destas com a massa de ar, e quando estas cargas atingem um determinado valor, são descarregadas para a terra, na forma de um raio. (Figura 4)

Figura 4

As cargas elétricas são descarregadas para a terra sob a forma de um raio

Importante Lei da eletricidade: CARGAS ELÉTRICAS IGUAIS SE REPELEM E CARGAS ELÉTRICAS DIFERENTES SE ATRAEM



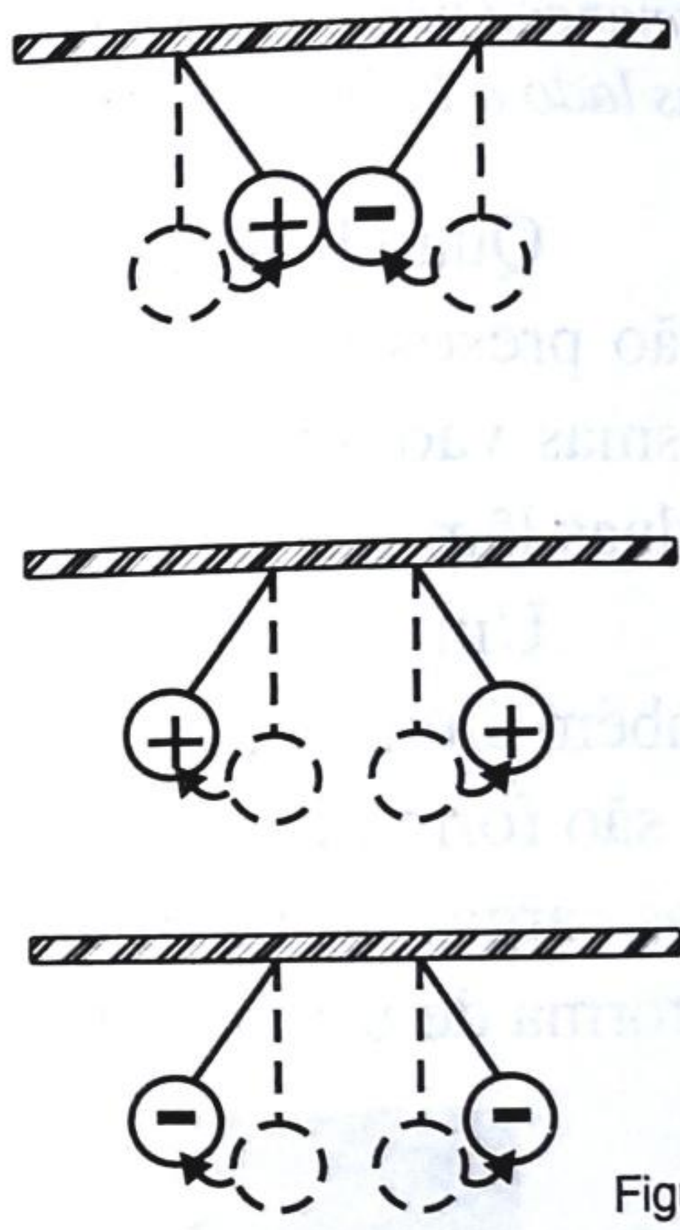
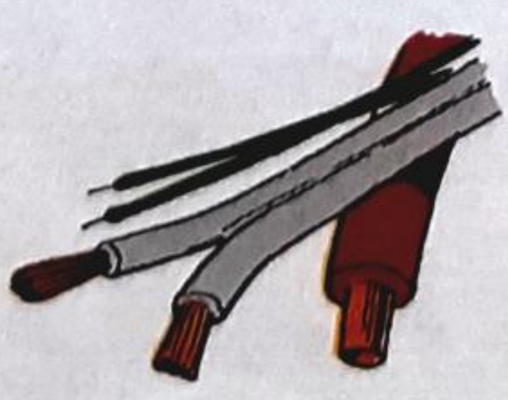


Figura 5

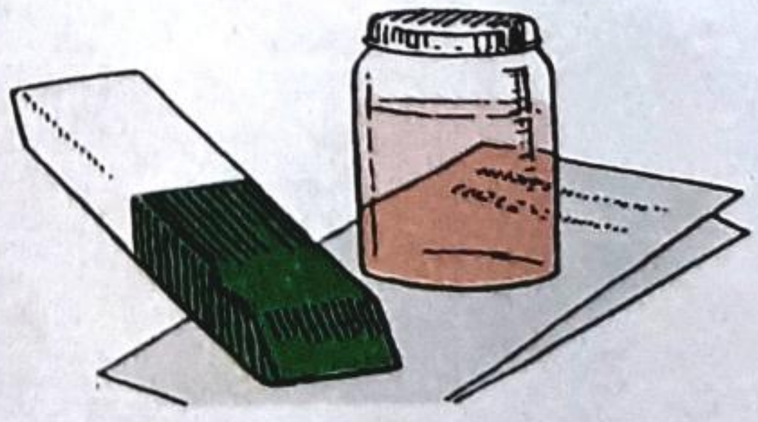
Eletricidade Dinâmica

A eletricidade estática não tem uso prático. Para acionar um aparelho, é necessário que os elétrons se movimentem por um condutor. ***Condutor*** é um elemento que permite que os elétrons da sua estrutura se movimentem. Dizemos que possuem elétrons livres.



Materiais Condutores

Elementos Bons Condutores de Eletricidade: ouro, prata, cobre, alumínio. Enfim, a maioria dos metais possuem elétrons livres.



Materiais Não-condutores

Figura 6

Elementos Não-Condutores de Eletricidade: borracha, madeira, vidro, porcelana. Não possuem elétrons livres na sua estrutura e conseqüentemente não há movimentos de elétrons no seu interior.

Para fazermos com que os elétrons circulem por um condutor, necessitamos de uma força. A força que faz os elétrons se deslocarem dentro de um condutor é chamada de força eletromotriz, diferença de potencial, tensão ou voltagem. Para facilitar, a partir de agora, sempre que falarmos dessa força, vamos chamá-la de ***tensão elétrica ou simplesmente tensão.*** Alguns técnicos gostam mais de chamá-la de ***voltagem.*** É a mesma coisa.

Um processo muito usado para obtenção de eletricidade dinâmica, é conseguido por uma reação química que ocorre dentro de uma pilha. Certamente, o aluno conhece uma pilha. Não vamos estudar as reações químicas que ocorrem dentro da pilha, mas a título de ilustração, conforme a figura 7, apresentamos uma pilha seca, destas usadas em lanterna e em rádios portáteis.

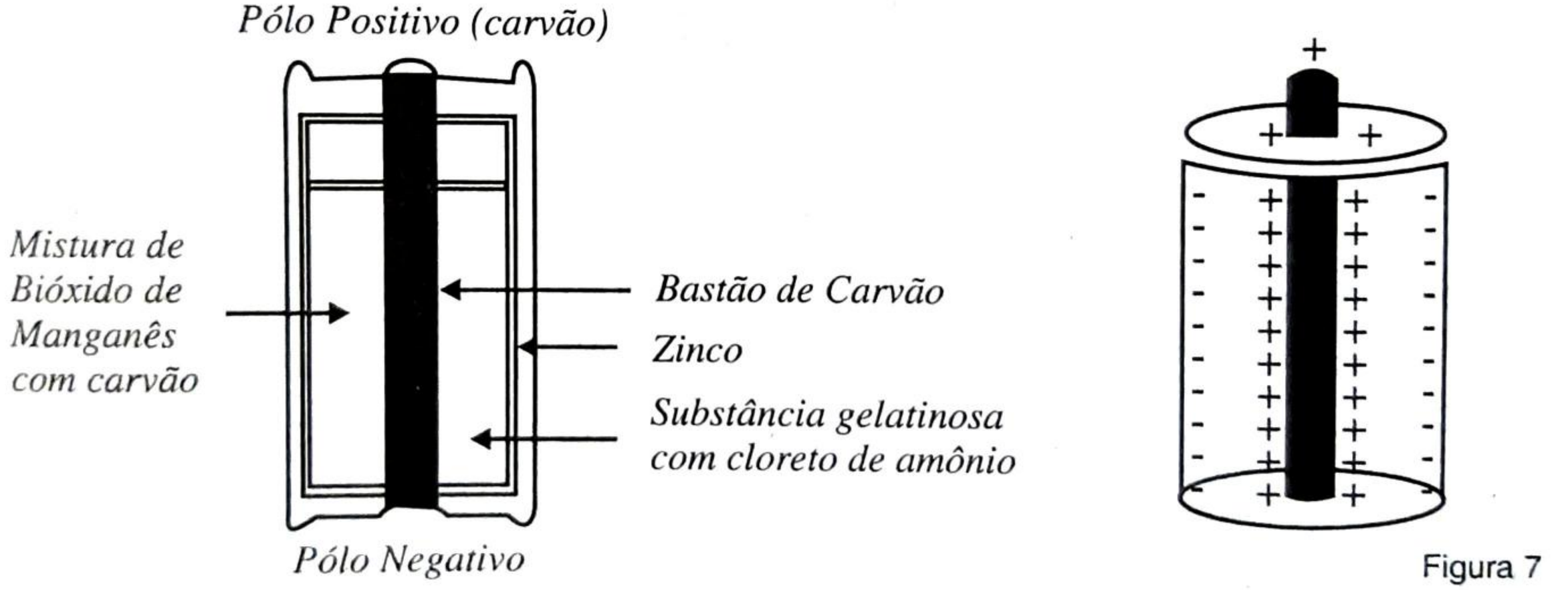


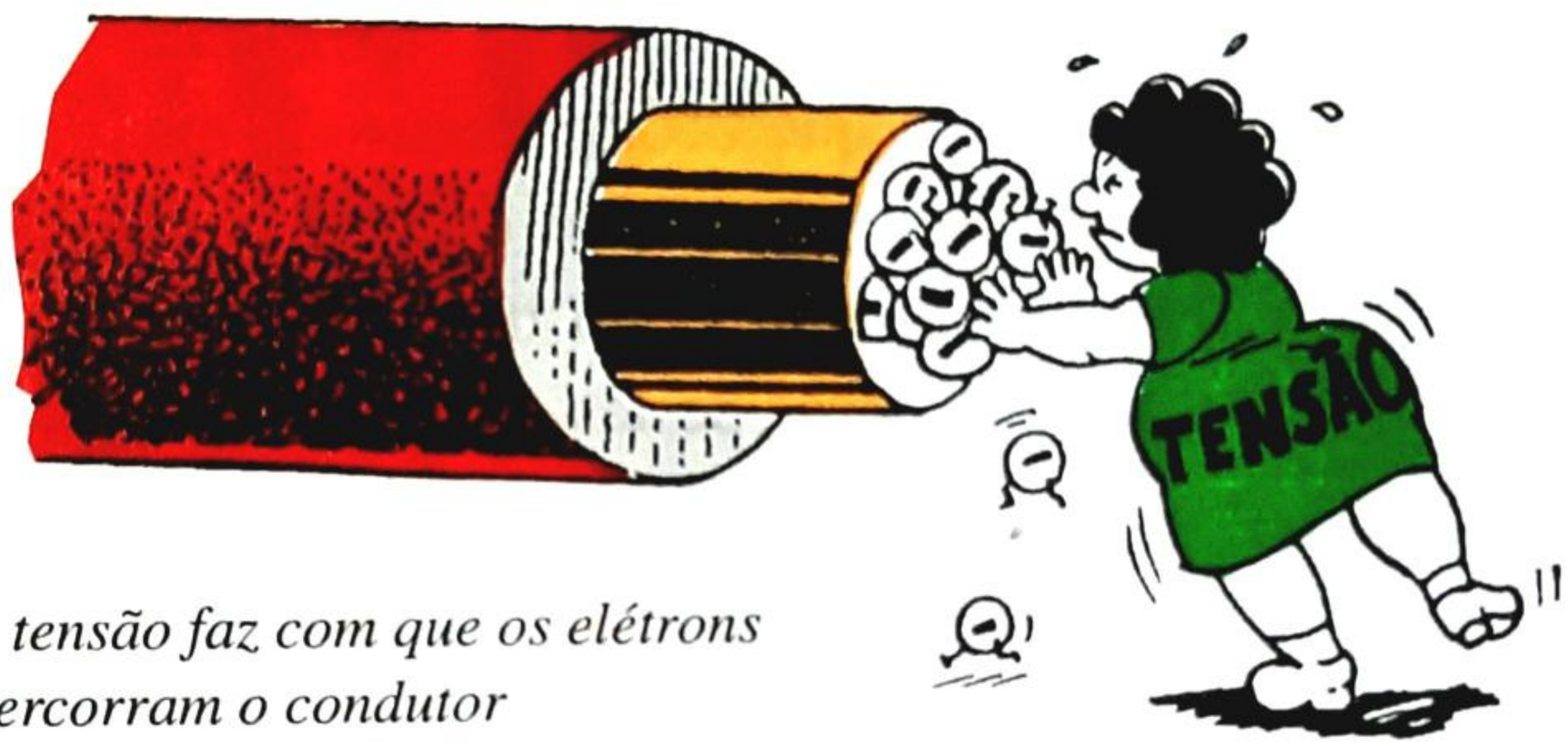
Figura 7

Internamente, esta pilha é constituída de uma mistura de bióxido de manganês com carvão, e uma substância gelatinosa com cloreto de amônia, sendo o invólucro constituído de um cilindro de zinco. O pólo positivo é de carvão (internamente; olhando por fora, você não vai notar isso), enquanto o pólo negativo é o próprio invólucro. Examinando uma pilha, mais atentamente, você poderá observar que, no corpo da mesma está indicado o pólo positivo pelo sinal (+), que é o lado da "pontinha" superior, enquanto que o inferior está marcado com sinal (-).

A tensão dessa pilha é de 1,5 V, não importando o seu tamanho, se é grande, média ou pequena.

ATENÇÃO

A tensão elétrica é sempre medida em Volts (V). Dizemos, portanto, que a UNIDADE de tensão elétrica é o Volt. O símbolo usado para representar a tensão elétrica é a letra E.



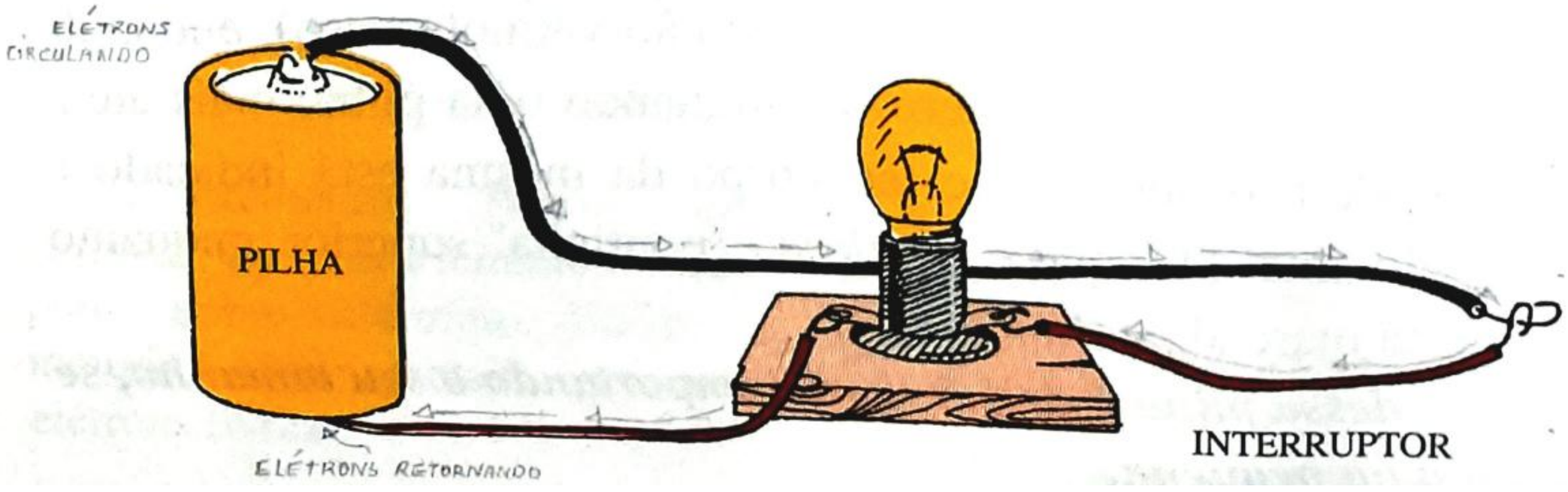
A tensão faz com que os elétrons percorram o condutor

Figura 8

Já estamos progredindo no nosso estudo. Sabemos que a tensão de uma pilha é de 1,5V. Agora, vamos fazer uma experiência muito simples.

Material: 1 pilha, 3 pedaços de fio, e 1 lâmpada de lanterna, de 1,5V.

Façamos a montagem conforme a figura 9. No momento em que encostamos as pontas desencapadas dos fios notamos que a lâmpada acende. O que está acontecendo é que, ao encostarmos o fio, (na linguagem técnica dizemos: fechamos o circuito) permitimos que uma certa quantidade de elétrons, impulsionados pela tensão da pilha, circule pelos condutores (fios), passe pela lâmpada e volte para a pilha.



Circuito Fechado - É quando permitimos a circulação de elétrons num circuito.

(A chave está ligada.)

Circuito Aberto - Quando não permitimos a circulação de elétrons em um circuito.

(A chave está desligada.)

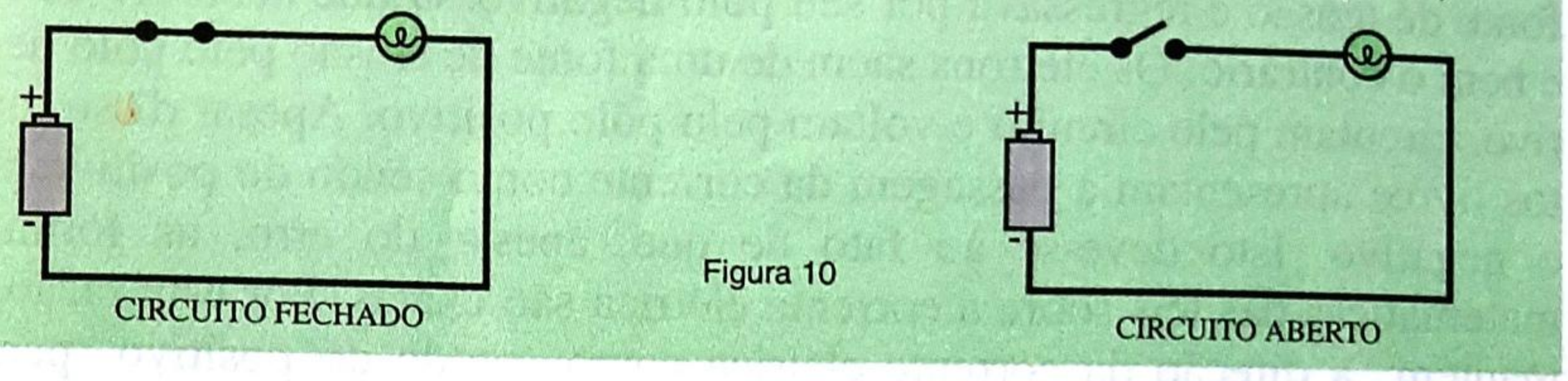


Figura 10

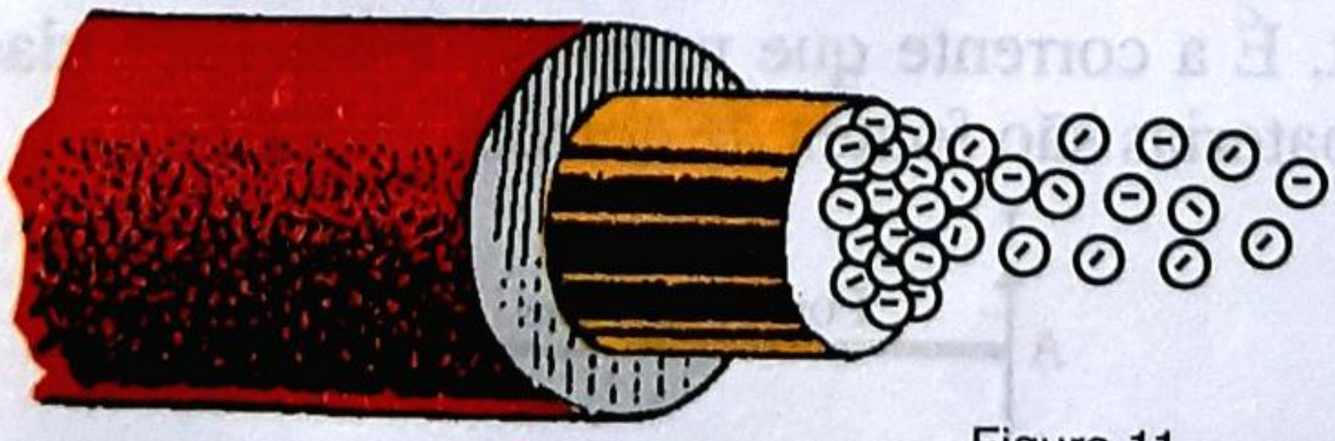
Ao fluxo de elétrons em um circuito elétrico nós chamamos de ***corrente elétrica,*** que representa-se pela letra I.

A unidade de corrente elétrica é o Ampère que abrevia-se com **A.**

Muita gente confunde tensão com corrente elétrica. Você por acaso já ouviu alguém dizer: a corrente lá de casa é de tantos volts? Pois agora você sabe que está errado.

A ***tensão,*** repetimos, é medida em ***volts,*** é a força que ***impulsiona os elétrons*** por um condutor.

A ***corrente*** é medida em ***Ampères*** e ***é o fluxo de elétrons por um condutor.***



A corrente elétrica é o fluxo de elétrons no interior de um condutor.
É medida em Ampères.

Figura 11

É importante o aluno notar que estamos fornecendo-lhe uma quantidade muito grande de informações, num curto espaço de tempo. É conveniente que o texto seja lido várias vezes, até que não reste mais nenhuma dúvida do que está sendo exposto.

Sobre o circuito da figura 10 ainda temos uma coisa muito importante para comentar: é o sentido da corrente elétrica.

Sentido da Corrente Elétrica

Quando os cientistas não tinham conhecimento da natureza da corrente elétrica, pensavam que era um fluxo que saía do pólo positivo de uma fonte de tensão e regressava por seu pólo negativo. O que acontece de fato é bem o contrário. Os elétrons saem de uma fonte de tensão pelo pólo negativo, circulam pelo circuito e voltam pelo pólo positivo. Apesar disso, muitos livros apresentam a passagem da corrente como sendo do positivo para o negativo. Isto deve-se ao fato de que, apesar do erro, as fórmulas matemáticas das leis sobre a corrente elétrica são exatas. Por esta razão, se mantém a direção da corrente elétrica como sendo do positivo para o negativo, em todos os tratados técnicos, com exceção daqueles em que se descrevem as explicações das válvulas eletrônicas.

CONVENCIONAL - É o sentido geralmente apresentado nos livros, em que a corrente flui do pólo positivo da pilha ou fonte, para o pólo negativo.

ELETRÔNICO - É o que acontece de fato, com os elétrons saindo do pólo negativo e regressando à fonte pelo pólo positivo.

Seguindo a tendência dos livros técnicos, nós vamos adotar, no desenvolvimento do nosso curso, o sentido da corrente convencional. Este fato não deve confundir o aluno, uma vez que o raciocínio é exatamente o mesmo, independente do sentido da corrente.

Corrente Contínua ou Corrente Direta - É abreviada assim: ***CC*** ou ***DC*** - do inglês, Direct Current. É a corrente que mantém a sua polaridade sempre constante. As pilhas e baterias são fontes de corrente contínua.

Para um melhor entendimento do que é uma corrente contínua podemos usar gráficos, mostrando a sua forma de onda. Por exemplo:

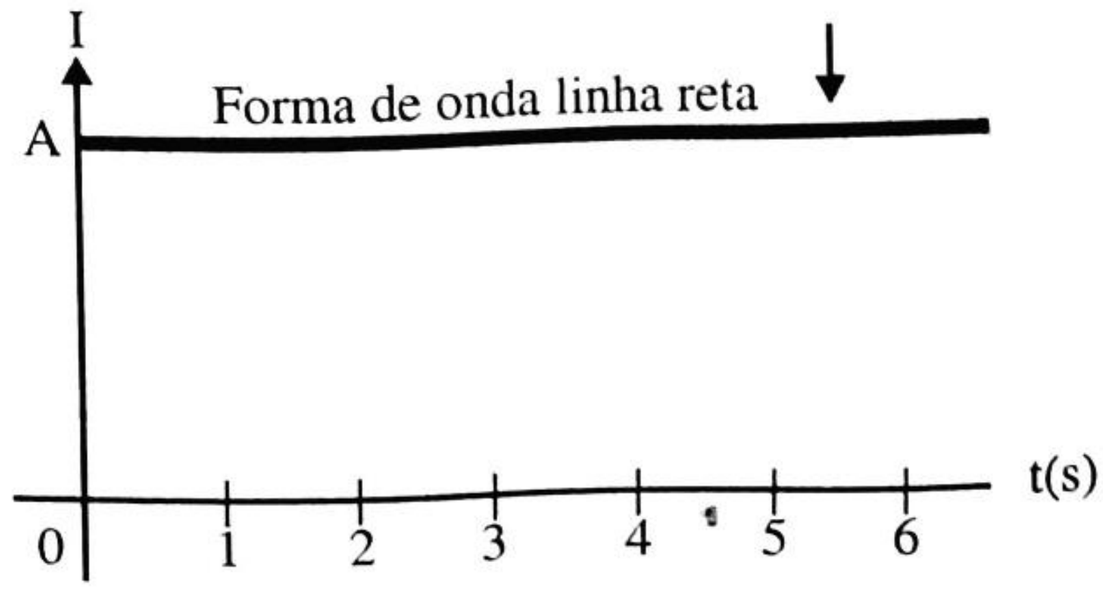


Figura 12

ATENÇÃO

Gráficos são desenhos que mostram como as tensões e as correntes variam em um determinado período de tempo.

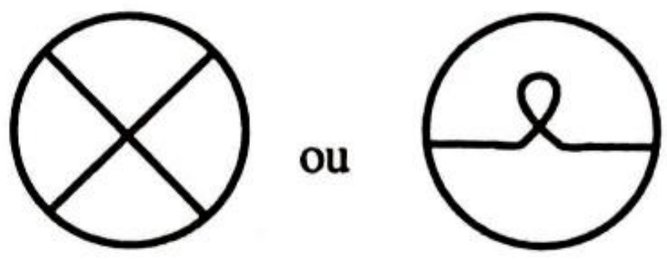
Na figura 12, o tempo estava marcado na linha horizontal e o valor da corrente na linha vertical. Desde o momento em que ligamos o circuito, a corrente permanecerá constante, num valor qualquer.

Dizemos, então, que a forma de onda para a corrente (também para a tensão) contínua é uma linha reta. No circuito da figura 9, se nós medirmos a corrente em intervalos regulares de tempo, a leitura será sempre a mesma.

Voltando, mais uma vez, ao nosso circuitinho da figura 9, note que a pilha está representada pelo seu desenho. Num circuito normal, costumamos representar os componentes pelo seu ***símbolo.***

SÍMBOLOS

Fio condutor ———— Lâmpada



Pilha

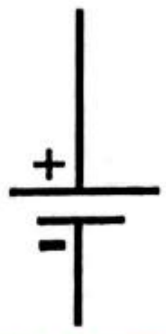


Figura 13

Para ligar e desligar um circuito, nós usamos um interruptor. Um interruptor simples pode ser visto na figura 14, com sua representação simbólica.

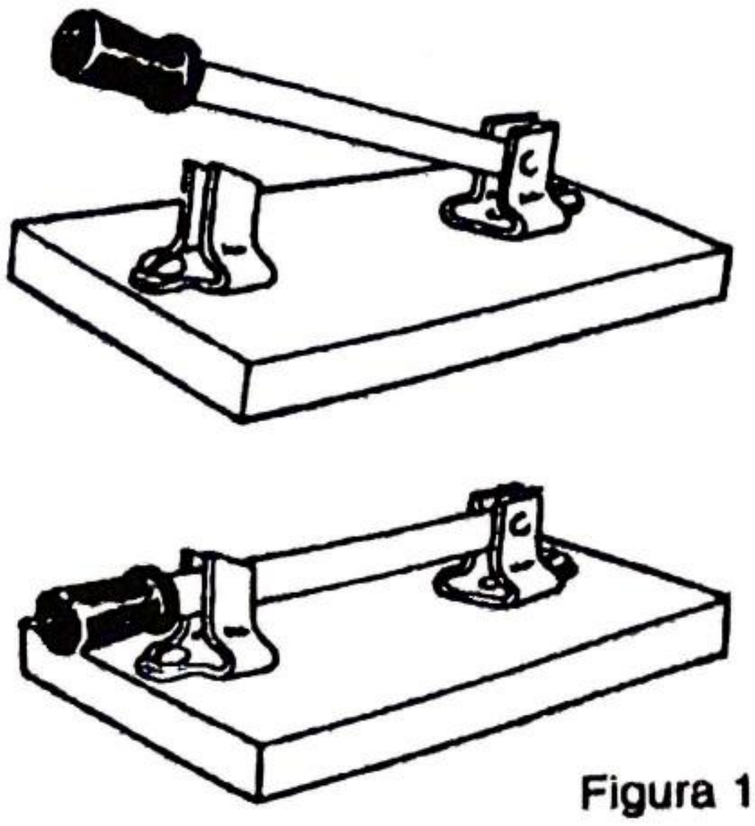


Figura 14

SÍMBOLOS

Interruptor Aberto

Interruptor Fechado

Os interruptores existem nas mais diversas formas. No decorrer da sua carreira de técnico de rádio, você certamente encontrará uma enorme quantidade deles.

ENERGIA ← ELÉTRICA, TÉRMICA, LUMINOSA

Vamos explorar mais um pouco o circuitinho da figura 9. Vamos desenhá-lo novamente, agora, usando os seus símbolos, e colocando um interruptor no circuito.

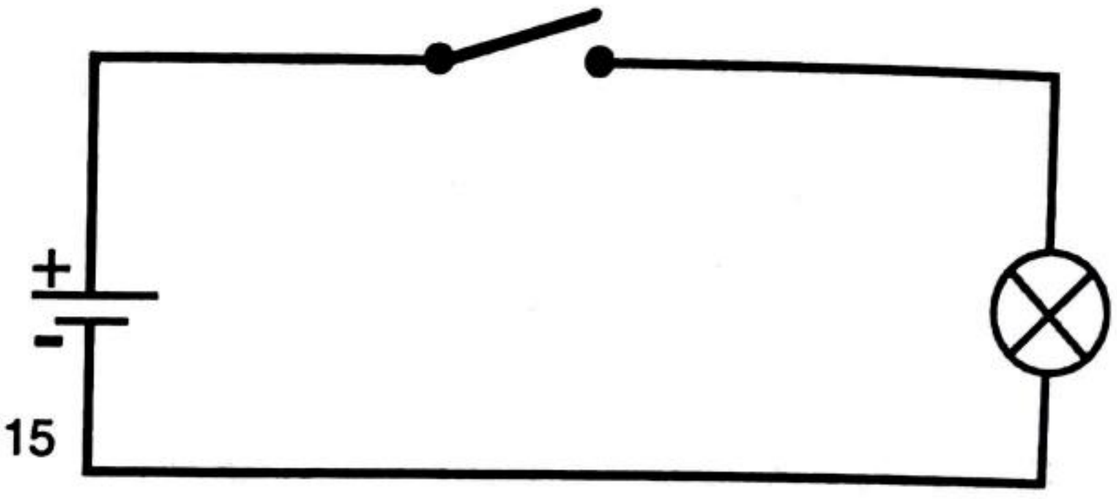


Figura 15

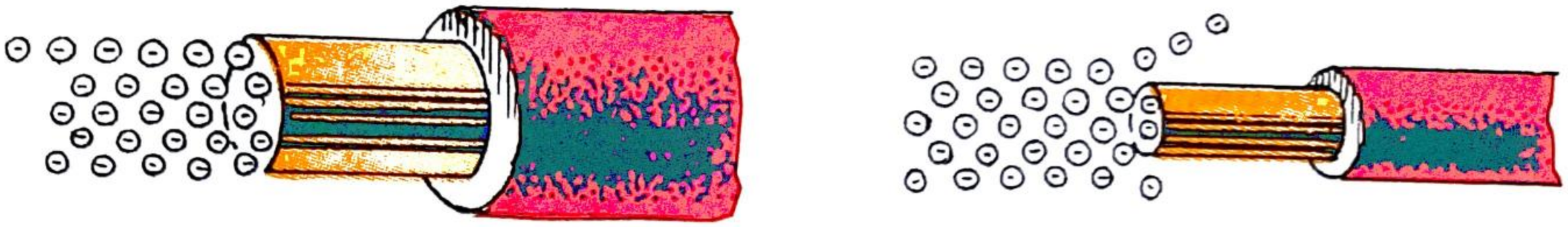
Observe que estamos aproveitando um dos efeitos da eletricidade , que é a produção de luz. Outro efeito da circulação da corrente elétrica por um condutor, é o efeito térmico, isto é, sempre que circula uma corrente elétrica por um condutor, este vai se aquecer.

O aluno certamente já trocou uma lâmpada na sua casa. Já notou como esquenta? O chuveiro elétrico é mais um exemplo de transformação da energia elétrica em energia térmica. O ferro de passar roupa é outro. Mas porque surge esse aquecimento? A resposta é simples, e este conceito é muito importante: porque os condutores se opõem à passagem da corrente elétrica. Essa oposição depende do tipo de material e da quantidade de elétrons livres que o material possui. Materiais de pequena oposição cedem muitos elétrons livres. Materiais com poucos elétrons livres oferecem uma oposição muito grande ao fluxo de corrente. Todas as substâncias, no entanto, oferecem alguma oposição ao fluxo de corrente, que poderá ser pequena ou grande. Esta oposição é chamada de ***resistência elétrica.*** A resistência é outra das grandezas fundamentais da eletricidade. É medida em ohms (Ω) em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm que estabeleceu a lei de Ohm.

A Resistência de um Condutor Depende

a) DO SEU COMPRIMENTO - Quanto maior for o comprimento de um condutor, maior será a sua resistência. Dizemos, então, que a resistência é diretamente proporcional ao comprimento do condutor.

b) DA ÁREA DA SUA SEÇÃO RETA - Quanto maior for a área da sua seção reta, ou, em outras palavras, quanto mais grosso for o condutor, menor será a sua resistência. Dizemos, então, que a resistência de um condutor é inversamente proporcional à área da sua seção reta.



A corrente é limitada pelo diâmetro do condutor Figura 16

c) DA NATUREZA DO MATERIAL - A essa característica chamamos de resistividade; depende da estrutura de cada material; por esta razão, sabemos que o ouro é melhor condutor de eletricidade do que o cobre e a prata. O cobre é melhor condutor de eletricidade do que o alumínio, etc. Por esta razão, um fio de cobre de mesmo comprimento e seção reta que um fio de alumínio apresenta uma menor resistência elétrica.

d) TEMPERATURA DO MATERIAL - Na maioria dos materiais, quanto mais alta a temperatura, maior a resistência que ele apresenta. Este efeito é o menos importante dos fatores que influenciam a resistência de um condutor.

NOTA

Por ser muito pequena, vamos desprezar a resistência dos condutores utilizados na interligação dos componentes eletrônicos.

Bom, você já viu então, que a lâmpada no nosso circuitinho, está transformando a energia elétrica em energia térmica e energia luminosa. Mas ao mesmo tempo em que ela está fazendo isso, está também controlando a intensidade da corrente.

Você não acredita?

Então experimente: Tire a lâmpada do circuito e ligue um fio diretamente do pólo positivo ao pólo negativo da pilha. Você fechou o circuito.

Vai circular uma corrente. Mas essa corrente é muito grande, tão grande que em poucos segundos a nossa pilha estará esgotada. A este tipo de ligação, em que não há um controle da corrente, nós chamamos de curto-circuito. Ele deve ser evitado.

Num circuito de um aparelho eletrônico, para controlarmos a intensidade da corrente, usamos elementos chamados de resistores, que são colocados no circuito para aumentar a resistência do mesmo, e manter a corrente elétrica dentro de certos limites. Os resistores apresentam as mais variadas formas e valores.

VOCÊ NÃO PODE ESQUECER QUE:

TENSÃO, VOLTAGEM OU FORÇA ELETROMOTRIZ: É a força que faz os elétrons se deslocarem dentro de um condutor. É representada pela letra E. Sua unidade de medida é o Volt, representado pela letra **V**.

CORRENTE ELÉTRICA: É o fluxo de elétrons, em um circuito elétrico. É representada pela letra I. Sua unidade de medida é o Ampère representado pela letra **A**.

RESISTÊNCIA: É a oposição oferecida ao fluxo de elétrons. É representada pela letra R. Sua unidade de medida é o Ohm representado pela letra grega Ω.

SÍMBOLO DOS RESISTORES

Figura 17

Os Resistores

Muitos técnicos costumam chamar os resistores de ***resistências.*** Na verdade, resistência é a propriedade que apresentam os resistores.

Os resistores mais comuns em um aparelho eletrônico são os de carbono, mais conhecidos por resistores de carvão. Na figura 18, apresentamos um resistor de carvão.

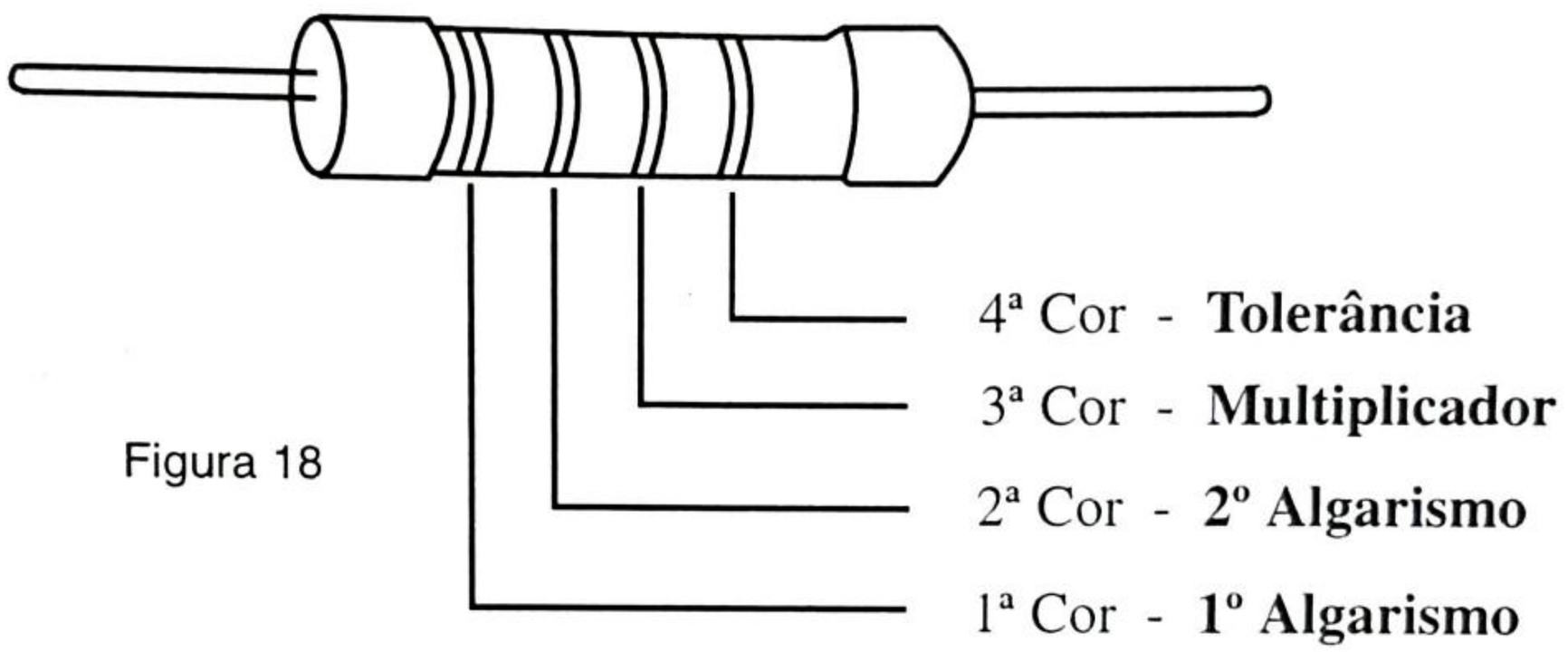


Figura 18

O resistor apresentado na figura 18 é fixo, não podemos variar o seu valor. É identificado por quatro faixas coloridas, no seu corpo. A interpretação correta das cores estampadas num resistor de carvão nos dará o seu valor, que é medido em ohms, unidade de resistência elétrica, representada pelo símbolo Ω.

Vamos supor que no resistor da figura 19, a 1ª faixa é ***amarela,*** a 2ª faixa é ***verde,*** a 3ª é ***laranja*** e a 4ª faixa é ***prateada.*** Como saber o valor do resistor? Consultando a tabela. Veja:

CORES	ALGARISMO SIGNIFICATIVO	MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
PRETO	0	1	-
MARROM	1	10	-
VERMELHO	2	100	-
LARANJA	3	1.000	-
AMARELO	4	10.000	-
VERDE	5	100.000	-
AZUL	6	1.000.000	-
ROXO	7	10.000.000	-
CINZA	8	100.000.000	-
BRANCO	9	1.000.000.000	-
DOURADO	-	0,1	5%
PRATEADO	-	0,01	10%
SEM COR	-	-	20%

Você olhou para a tabela, coçou a cabeça, e não entendeu nada?

Mas é fácil.

Vamos explicar. Sendo a 1ª faixa amarela, e consultando a coluna ***algarismos significativos,*** vemos que o número correspondente ao amarelo é o número 4. Já sabemos que o 1º algarismo significativo, então, é **4.**

A 2ª faixa é verde. Repetindo o procedimento, vemos que o número correspondente ao verde é o número **5.**

É o nosso segundo algarismo significativo.

A 3ª faixa é laranja. Muita atenção: a 3ª faixa é a do ***multiplicador.*** Para laranja, temos que multiplicar o número formado pelas duas primeiras faixas por 1.000. Logo, o valor do nosso resistor é ***45.000 ohms.***

Algarismos significativos { 1ª cor - **amarelo** - 4
2ª cor - **verde** - 5

45 x 1.000 = 45.000

Multiplicador { 3ª cor - **laranja** - 1.000

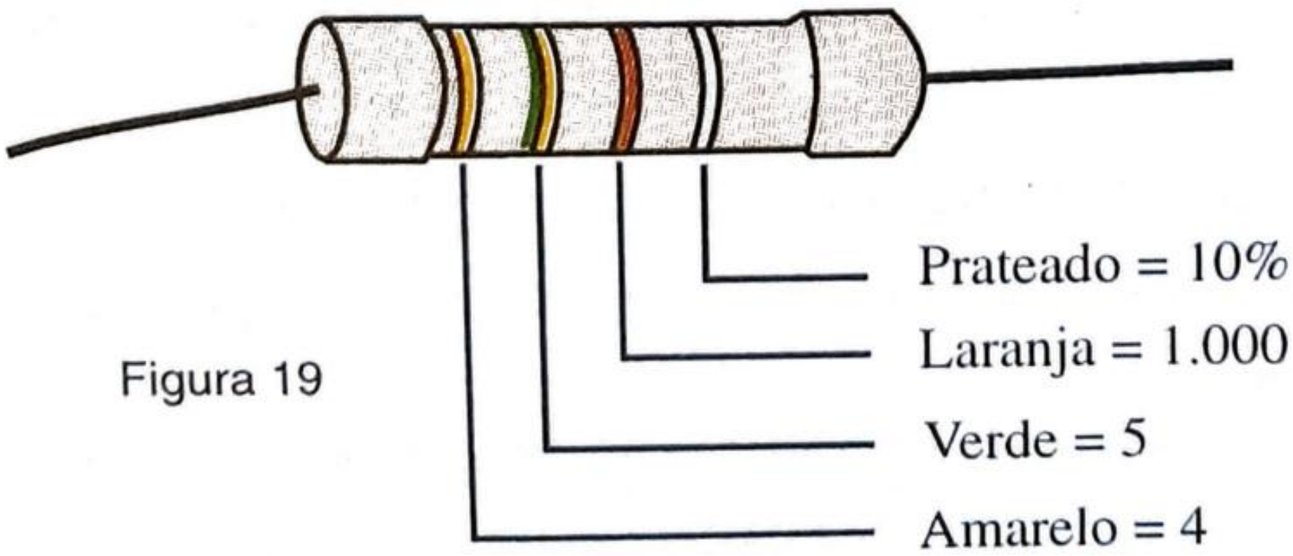


Figura 19

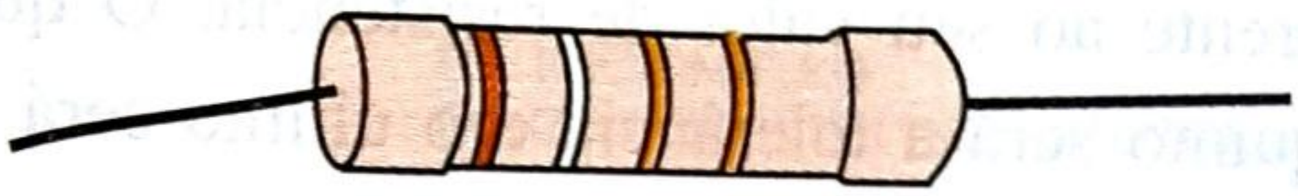
Valor do Resistor = 45.000 Ohms com 10% de tolerância

A ***tolerância*** é a máxima diferença que pode existir entre o valor que está estampado no corpo do resistor, com o seu valor real. No nosso caso, sendo a tolerância de 10%, o resistor poderá apresentar uma resistência com valor real situado entre 40.500 ohms (45.000 ohms menos 10%) e 49.500 (45.000 ohms mais 10%). Devido ao grande aperfeiçoamento das indústrias que trabalham com resistores, a grande maioria dos resistores de carvão, hoje, tem tolerância de 5% (quarta faixa dourada).

ATENÇÃO

Se o resistor for menos do que 10 ohms, a sua terceira faixa será dourada ou prateada.

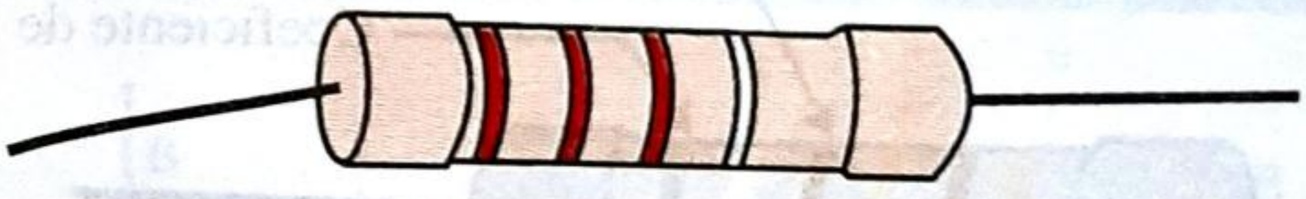
Vamos supor um resistor cujas cores são:



Laranja = 3 (1° algarismo significativo)
Branco = 9 (2° algarismo significativo)
Dourado = 0,1 (multiplicador)
Dourado = 5%

Figura 20

O valor do resistor é: 39 x 0,1 = 3,9 ohms, com 5% de tolerância. Vamos ver mais um exemplo? Um resistor cujas faixas sejam:



Vermelho = 2 (1° algarismo)
Vermelho = 2 (2° algarismo)
Vermelho = 100 (multiplicador)
Prateado = 10%

Figura 21

O valor do resistor é: 22 x 100 = 2.200 ohms, com 10% de tolerância.

Resistores com tolerância de 5 a 10% para a maioria dos circuitos eletrônicos são suficientes. Entretanto, em circuitos de grande precisão, como de medidores, se empregam resistores especiais, em que a precisão pode chegar a 0,5% ou mais. Os resistores apresentados, com faixas coloridas, são ***resistores fixos***, isto é, são fornecidos para um dado valor que não pode ser modificado.

Resistores de Precisão (de Filme): Este tipo especial de resistores normalmente possuem quatro ou seis anéis coloridos, para indicar seu valor de resistência, tolerância e coeficiente de temperatura.

INSTITUTO PADRE REUS

Para resistores com quatro anéis coloridos, os dois primeiros representam os dígitos significativos do seu valor, o terceiro o multiplicador, e o quarto anel colorido representa a tolerância.

Para resistores com seis anéis coloridos em volta do seu corpo, terá a seguinte interpretação: os três primeiros anéis representam os algarismos significativos referente ao seu valor de resistência. O quarto anel será o multiplicador, o quinto será a tolerância e o último será o coeficiente de temperatura.

Para tolerância serão utilizadas as cores:

PRATA = 10% OURO = 5% MARROM = 1% VERMELHO = 2%

Para o coeficiente de temperatura serão utilizadas as cores:

MARROM = 100 VERMELHO = 50

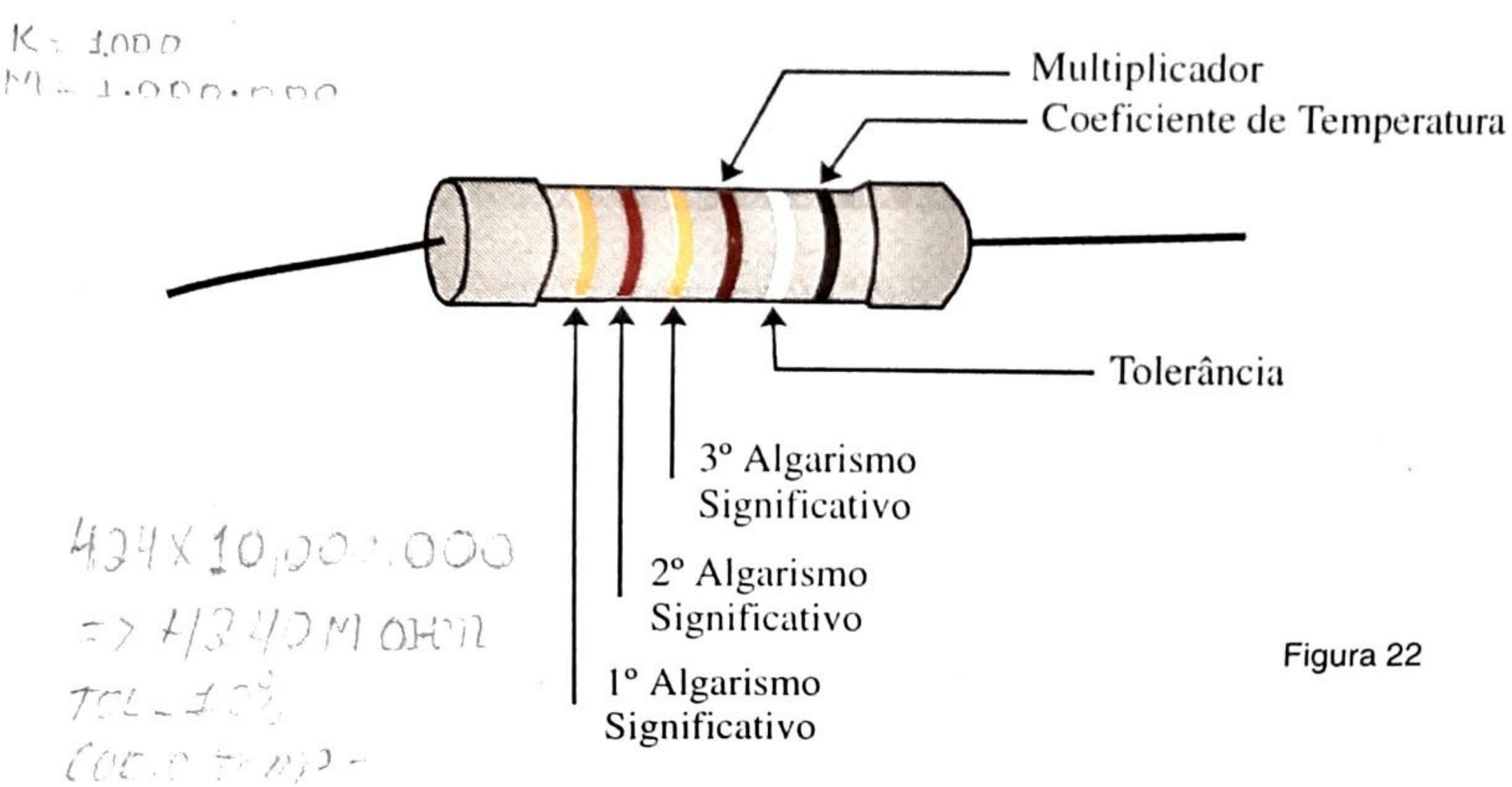


Figura 22

Resistores Variáveis: O funcionamento dos resistores variáveis à base de carbono se baseia no deslocamento de um contato móvel sobre a superfície de fibra revestida de carbono. O contato móvel é acionado por um eixo, por uma haste, etc.. É potenciômetro o nome dado a este tipo de resistor. São encontrados em diversas formas. Na figura 23, vemos alguns tipos de potenciômetros normalmente encontrados em equipamentos eletrônicos. Sua identificação é impressa no corpo.

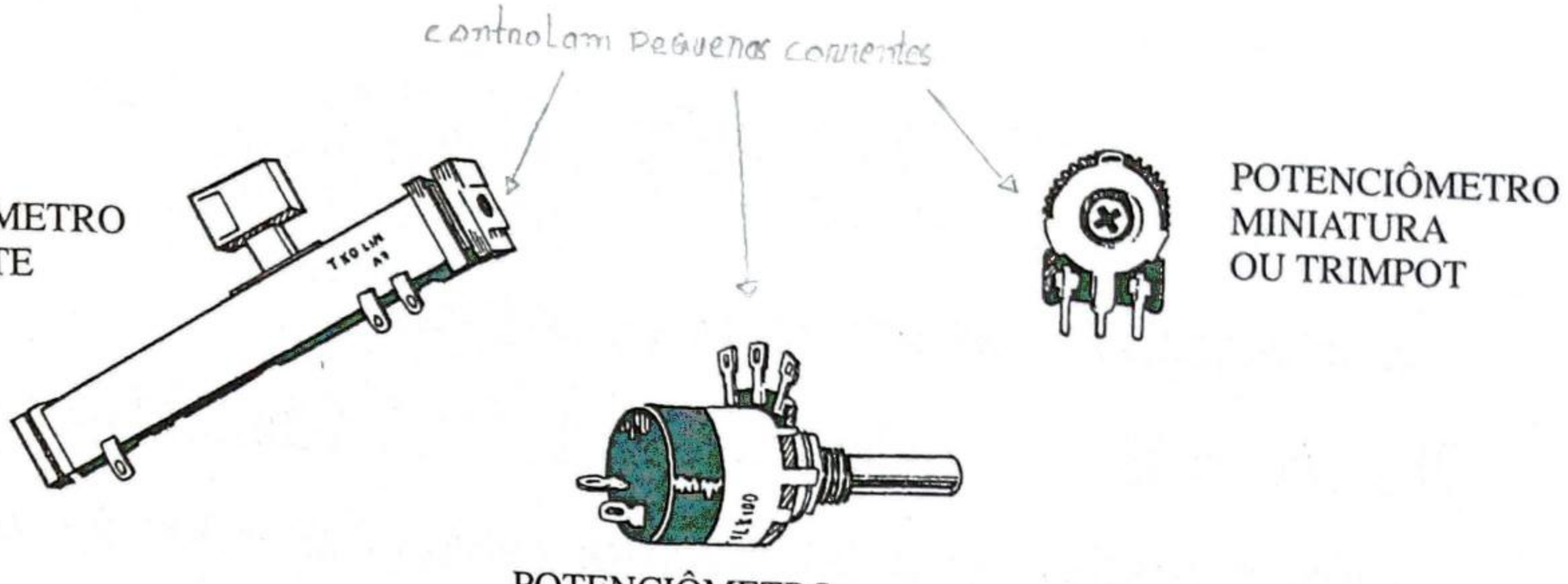


Figura 23

Os potenciômetros podem ser ***logarítmicos,*** a resistência não varia na mesma proporção que o deslocamento do contato móvel, ou ***lineares,*** a resistência varia na mesma proporção que o deslocamento do contato móvel. O símbolo dos resistores variáveis é:

SÍMBOLO

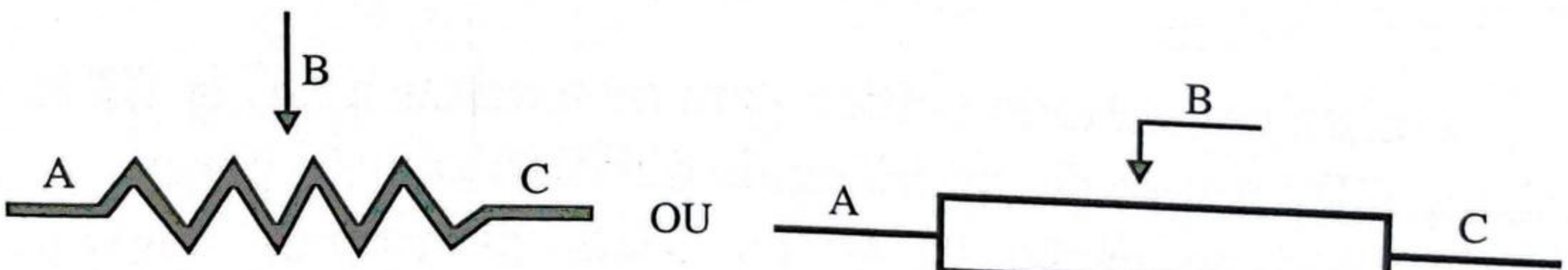


Figura 24

Resistores de Fio: Enquanto que os resistores de carbono se prestam muito bem para controlar pequenas correntes, quando se trata de correntes mais intensas usamos ***resistores de fio.*** São construídos de fios metálicos, de alta resistividade, enrolados sobre uma forma à base de porcelana. Os símbolos são os mesmos.

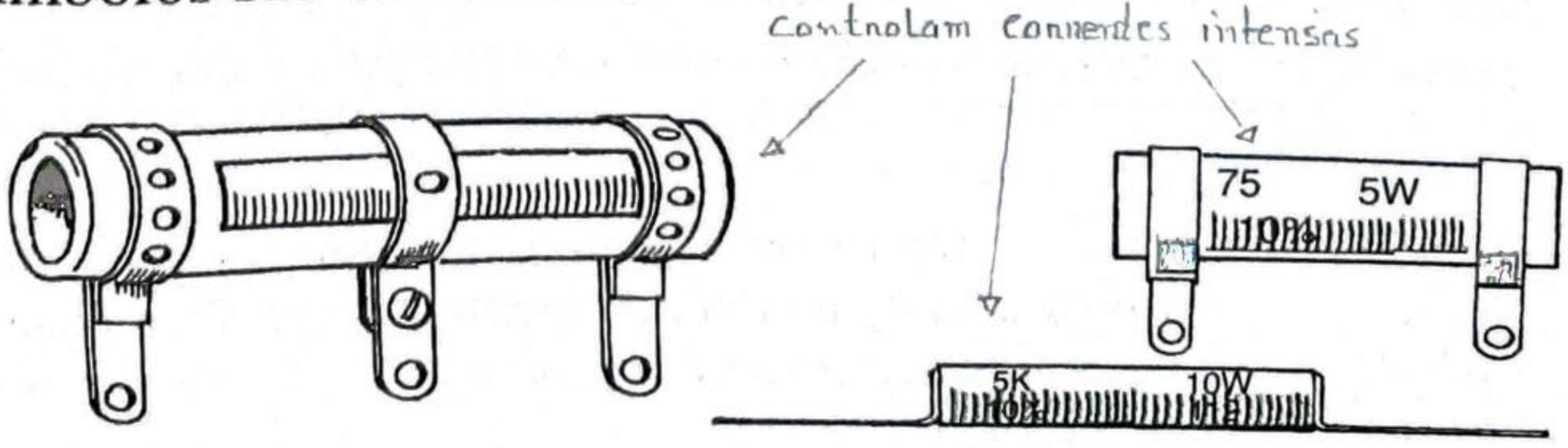


Figura 25

LEI DE OHM

A lei de Ohm é baseada em três grandezas:

Tensão = E Corrente = I Resistência = R

Com o auxílio dessa lei, pode-se calcular o valor de uma dessas grandezas, desde que se conheça o valor das outras duas.

Se quisermos calcular o valor da ***corrente,*** *basta* ***dividirmos*** *a* ***tensão pela resistência.***

$$I = \frac{E}{R}$$

Se quisermos calcular o valor da ***resistência,*** *basta* ***dividirmos*** *a* ***tensão pela corrente.***

$$R = \frac{E}{I}$$

Se quisermos calcular o valor da ***tensão,*** *basta* ***multiplicarmos*** *o valor da* ***corrente pelo da resistência.***

$$E = R \times I$$

Existe um método prático para memorizar a ***lei de Ohm.*** Coloca-se a palavra **REI** dentro de um triângulo dividido em três partes.

Para a aplicação da ***lei de Ohm,*** os valores deverão estar nas ***unidades fundamentais,*** ou seja:

E = Tensão em Volts (**V**)

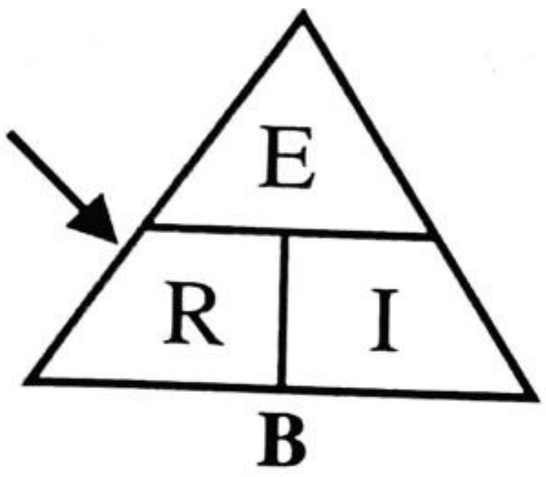
R = Resistência em Ohm (Ω)

I = Corrente em Ampère (**A**)

ATENÇÃO

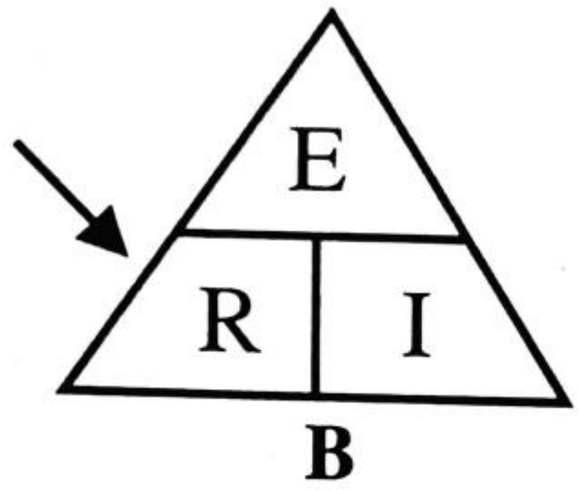
Em primeiro lugar, devemos saber que uma letra ao lado da outra em matemática, indicará uma multiplicação, ou seja, devemos multiplicar os valores das letras entre si. Uma letra sobre outra indicará que deveremos dividir o valor de cima pelo valor de baixo.

Na figura **A,** temos a simples colocação das letras na disposição do método de memorização. Essa posição não poderá ser alterada, pois, do contrário, o resultado obtido não será correto.

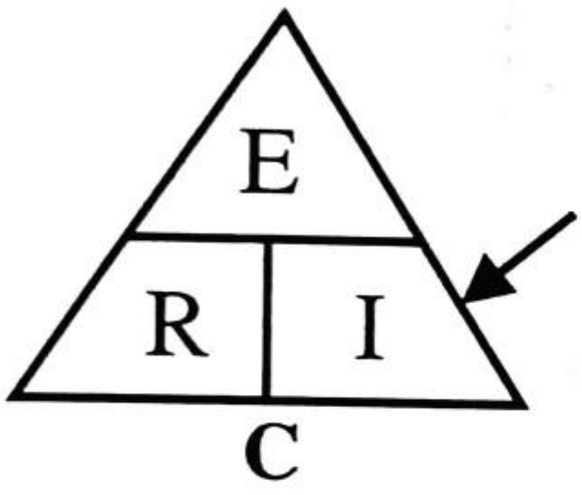


Na figura **B,** a seta indicadora está sobre a letra **R**, logo, mostra que o valor que estamos procurando é o da resistência.

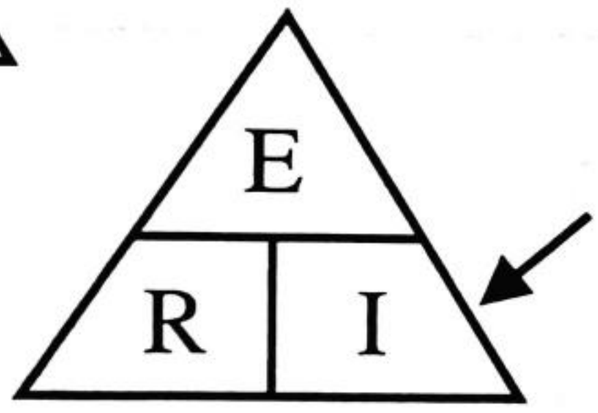
Para isso, a operação que devemos efetuar é a da divisão, pois sobraram $\frac{E}{I}$ e



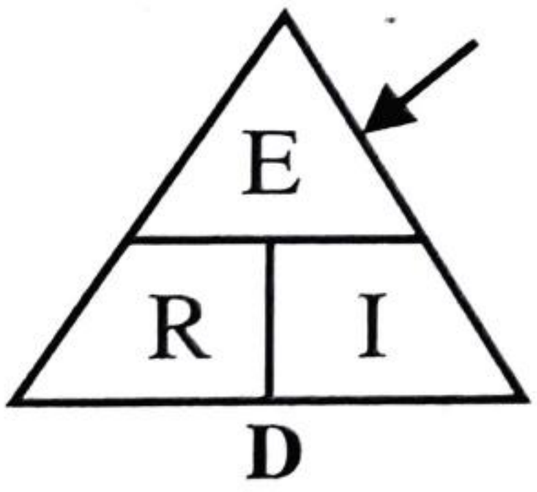
$$R = \frac{E}{I}$$



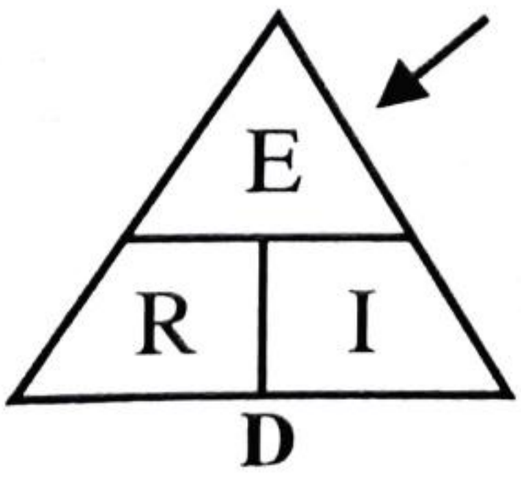
Na figura **C,** a seta indicadora aponta para a letra **I** o que mostra que o valor desconhecido é a corrente. Sobraram para efetuar a operação de divisão $\frac{E}{R}$



$$I = \frac{E}{R}$$



Por último, temos a seta indicadora apontando para a letra **E.** Isso indica que o valor desconhecido é a tensão ou voltagem. Sobraram, portanto, as letras **R I,** e como elas estão uma ao lado da outra, deveremos multiplicar os seus valores entre si.



$$E = R \times I$$

Como foi visto, essas grandezas estão relacionadas entre si, de um jeito tal, que podemos estabelecer a seguinte proporção:

ATENÇÃO

A corrente em um circuito elétrico é diretamente proporcional à tensão, e, inversamente proporcional à resistência.

A proporção enunciada anteriormente nos diz que ***aumentando a tensão, aumentará também a corrente,*** desde que ***a resistência fique a mesma.***

$$\uparrow E = R \times I \uparrow$$

É válido dizer que, se colocarmos uma lâmpada de 12 Volts ligada numa bateria de 6 Volts, ela acenderá fracamente, porque a corrente que está passando é pequena. Se ligarmos essa mesma lâmpada de 12 Volts, numa bateria de 12 Volts, ela acenderá fortemente (com toda a sua luminosidade) porque a corrente elétrica que passa por ela é maior e correta.

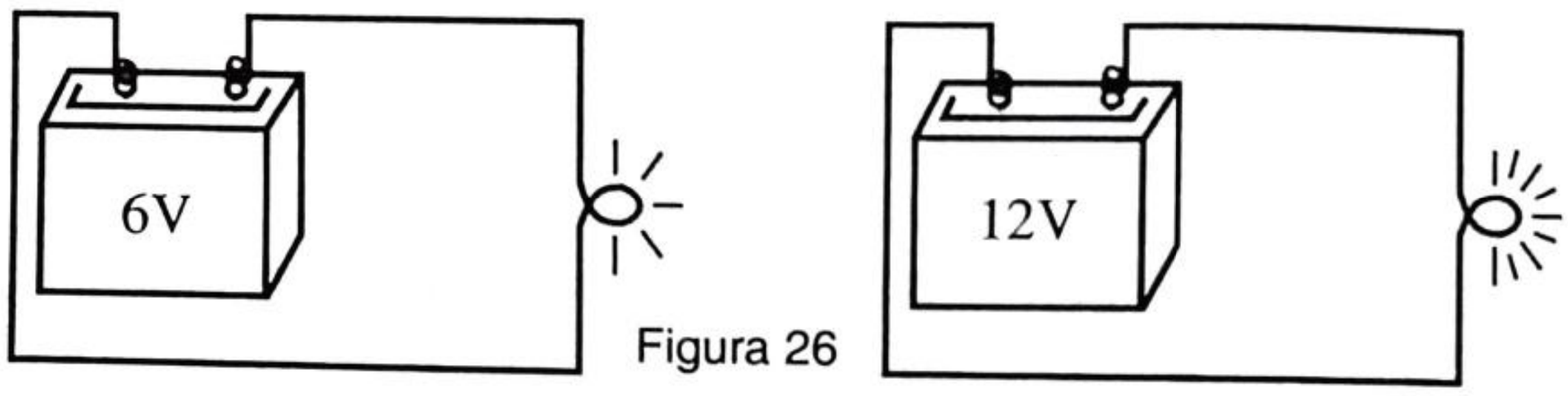


Figura 26

Existe um outro lado da lei de Ohm:

ATENÇÃO

Para a mesma tensão, quanto maior a resistência colocada no circuito, menor será a corrente, que por ele circulará.

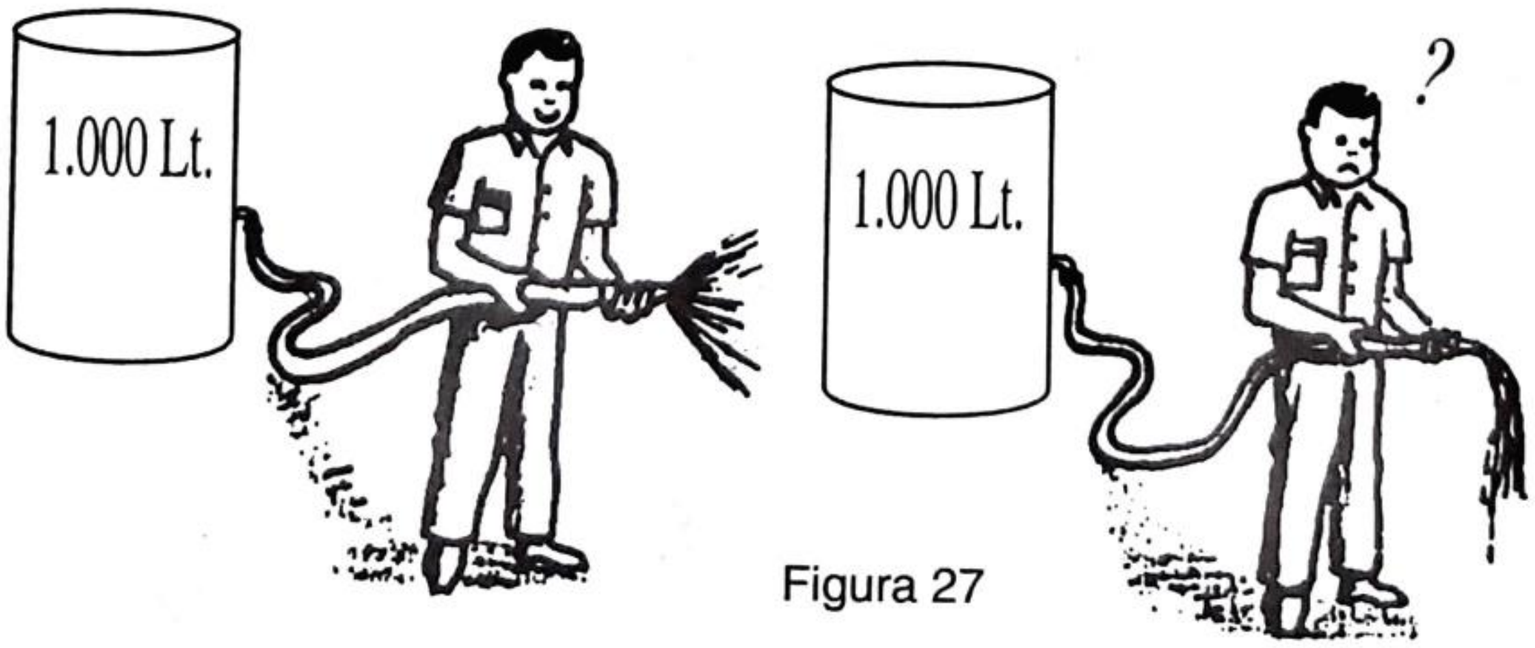


Figura 27

Para a mesma tensão, quanto maior a resistência, menor a corrente.

A compreensão da ***lei da Ohm*** *é muito importante para se poder lidar com eletricidade. Devido a esse fato, se for necessário, leia outra vez.*

Figura 28

Aplicação da Lei de Ohm

Suponhamos que o circuito da figura 29 seja de uma lanterna de estrada de ferro, e que tenha 6 Volts aplicados ao circuito, e a lâmpada ofereça 2 Ohms de resistência quando a chave é fechada. O problema é encontrar a corrente que fluirá pelo circuito enquanto a lâmpada estiver acesa.

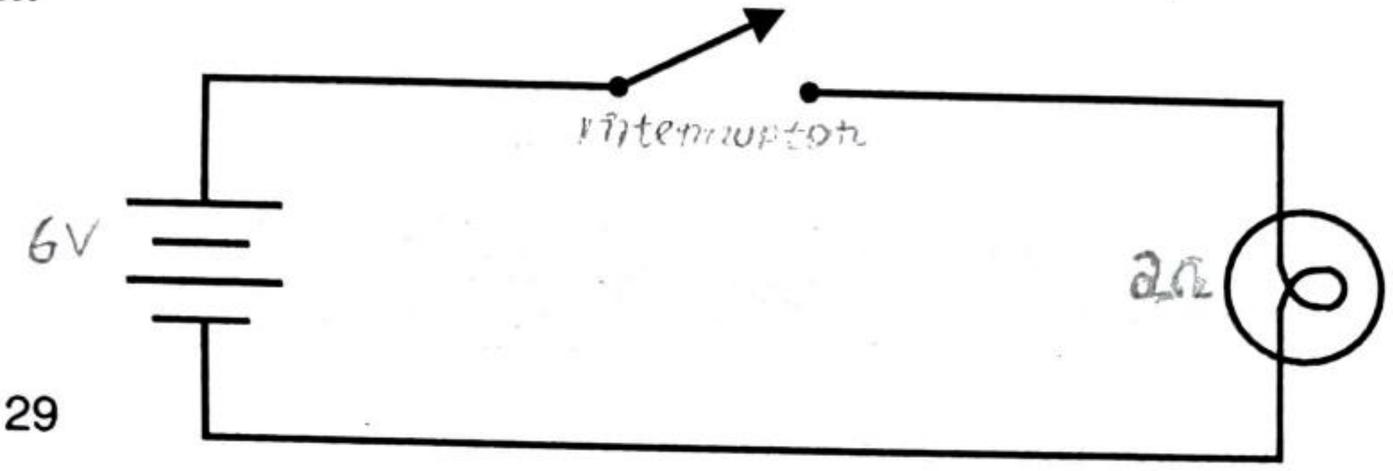


Figura 29

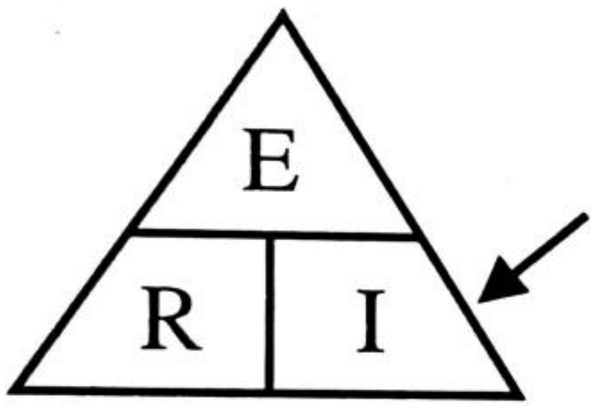
Valores conhecidos:

E = 6 V => TENSÃO

R = 2 Ω => RESISTENCIA

I = ? => CORRENTE ELETRICA

Usando a ***lei de Ohm,*** teremos:

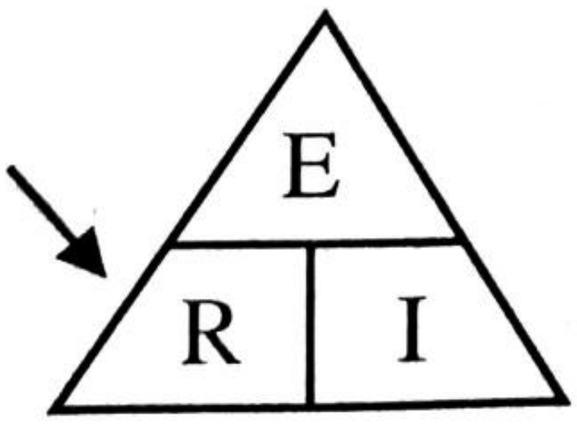


$$I = \frac{E}{R} \qquad I = \frac{6\ V}{2\ \Omega} \rightarrow 3\ A$$

Para encontrar a corrente, primeiramente substituímos os dois valores conhecidos e efetuamos a operação indicada.

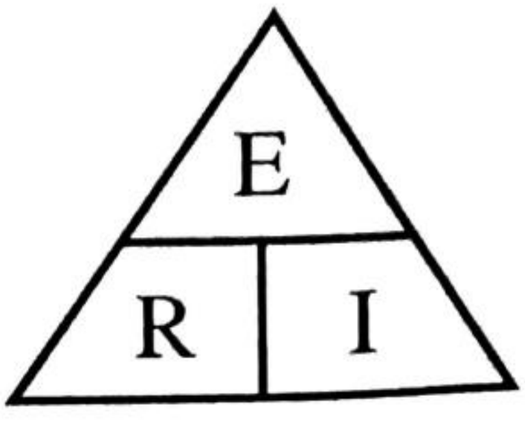
Apesar de conhecermos todos os valores no circuito da lanterna considerada, usamos a fórmula para praticar o modo de como encontrar cada valor.

Primeiro, encontraremos **R,** cuja fórmula é:



$$R = \frac{E}{I} \qquad R = \frac{6\ V}{3\ A} \rightarrow 2\ \Omega$$

Para encontrar o valor de **E,** a fórmula da tensão é:



$$E = R\ x\ I \qquad E = 2\ x\ 3\ A \qquad E = 6\ V$$

Analisaremos, a seguir, as três fórmulas juntas:

CORRENTE: $I = \frac{E}{R}$ e a resposta é dada em Ampères (**A**)

RESISTÊNCIA: $R = \frac{E}{I}$ e a resposta é dada em Ohms (Ω)

VOLTAGEM: $E = R \times I$ e a resposta é dada em Volts (**V**)

CIRCUITO-SÉRIE

O circuito mais elementar, na eletrônica, é o circuito em série. Todo circuito, por mais complexo que seja, pode ser reduzido a um conjunto de circuitos interligados em série. A fim de entendermos o que é um circuito em série, olhemos a figura 30:

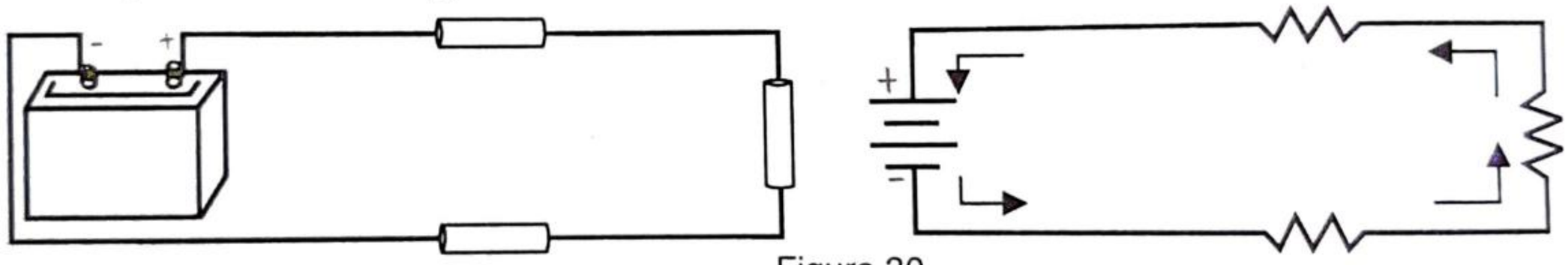


Figura 30

Quando ligamos os componentes de um circuito, um após outro, de tal forma que a corrente tenha um único caminho a seguir, dizemos que este é um circuitó ***série.***

O que caracteriza este tipo de circuito é que a corrente elétrica é a mesma em qualquer ponto, mas a tensão é distribuída entre os componentes.

O circuito da figura 30, possui três requisitos básicos:

1 **Uma fonte de força (bateria)**	2 **Uma(s) carga(s) (resistor)**	3 **Um condutor**

A maioria dos circuitos práticos também contém dois outros elementos:

4 **Um componente de controle (chave)**	5 **Um componente de segurança (fusível)**

Um circuito com esses componentes é mostrado na figura 31.

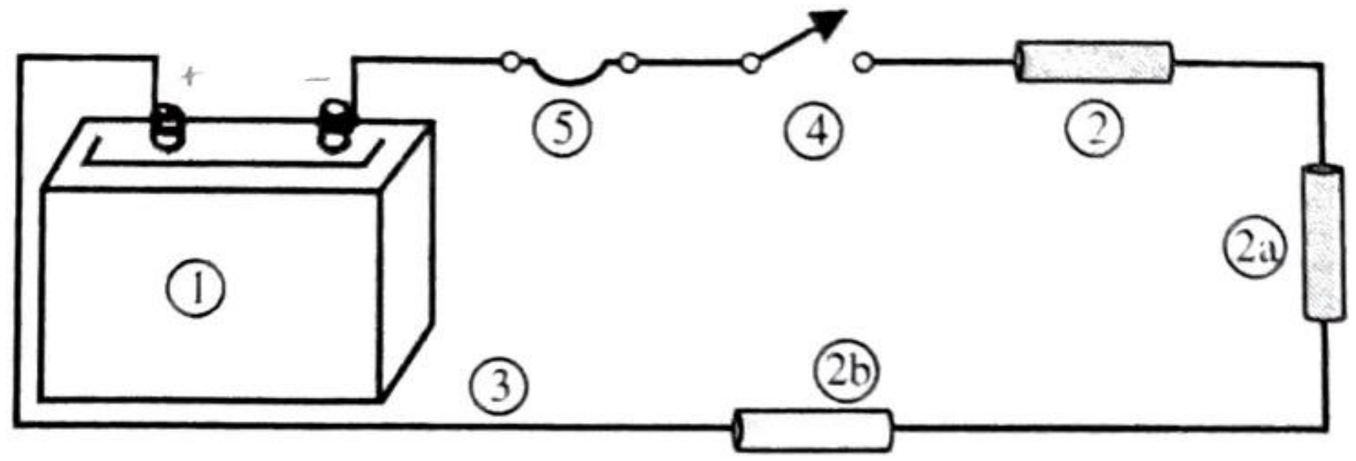


Figura 31

Análise do Circuito-Série

Discutamos o comportamento da corrente, voltagem e resistência num circuito série. Comecemos por aquilo que é mais fácil: a corrente. Iremos considerar primeiro, com o auxílio da figura 32.

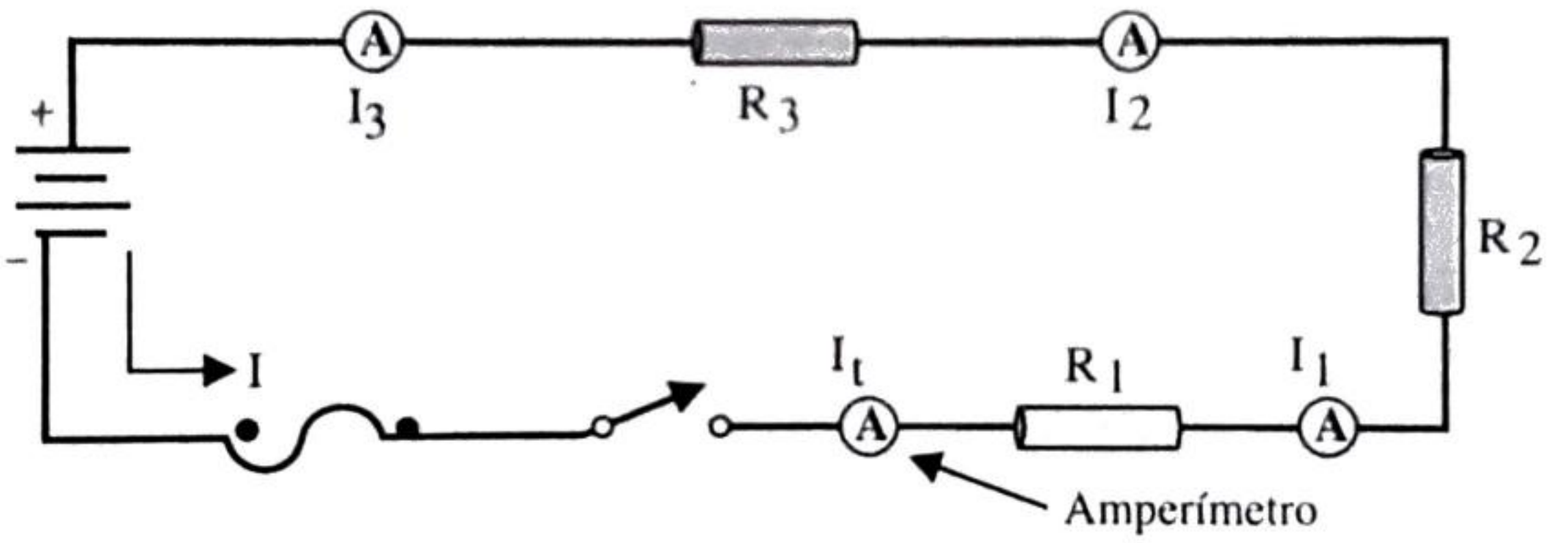


Figura 32

Se fecharmos a chave completando o circuito, a corrente fluirá no sentido anti-horário. Os quatro amperímetros (A) mostrados indicam quanto de corrente estará fluindo nos vários pontos do circuito. Todos os amperímetros apontariam a mesma quantidade de corrente.

Este é o primeiro fator importante a ser lembrado sobre um circuito-série.

ATENÇÃO

A corrente é a mesma em todos os pontos de um circuito-série:

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3$$

I_t - Corrente Total

I_1 - Corrente através de R_1

I_2 - Corrente através de R_2

I_3 - Corrente através de R_3

Resistência Total de um Circuito-Série

A resistência total em um circuito-série é igual à soma das resistências parciais.

ATENÇÃO

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_n$$

Se o circuito contivesse 5, 10, ou 100 resistores, todos seriam somados para encontrar o valor da resistência total.

Como a Lei de Ohm diz que $I = \frac{E}{R}$ então $I_t = \frac{E_t}{R_t}$. Sendo a voltagem da bateria do exemplo acima igual a 40 V, podemos substituir:

$$I_t = \frac{E_t}{R_t} = \frac{40\ V}{20} = 2\ A$$

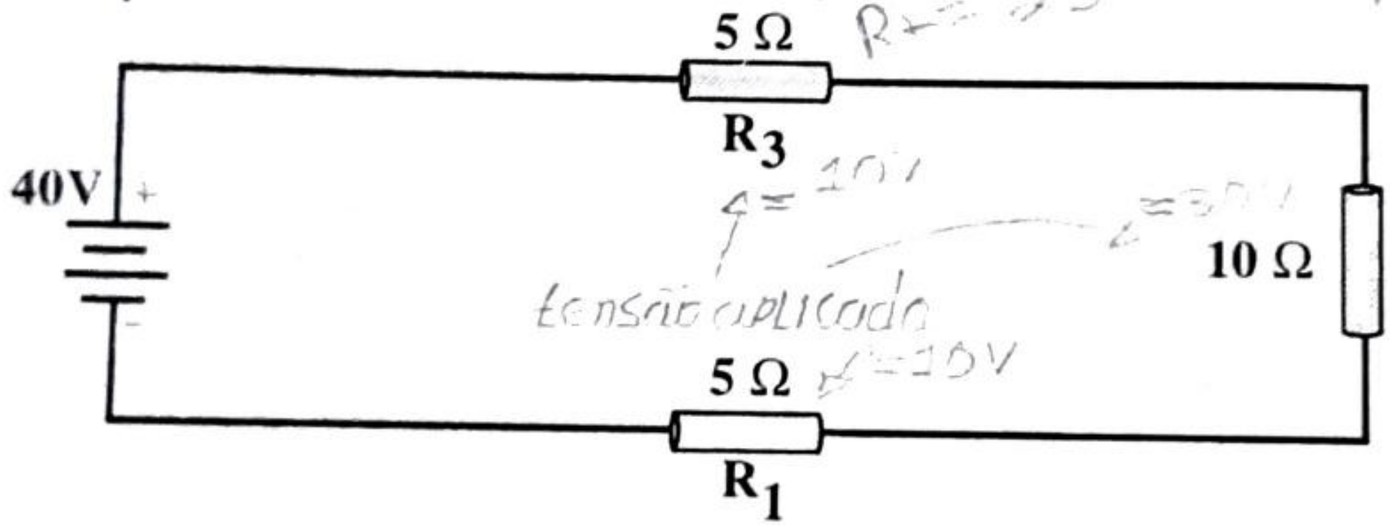


Figura 33

A corrente é 2 ampères. Esta corrente se encontra em *qualquer parte do circuito.*

A corrente que fluirá através de cada resistor será a mesma que a corrente total, logo:

$I_t = 2A$ $I_1 = 2A$ $I_2 = 2A$ $I_3 = 2A$

A tensão sobre cada resistor será proporcional ao valor do resistor. Ou seja, maior resistência, maior será a tensão.

$E_{R1} = R_1 \times I_1$ $E_{R1} = 5 \times 2A$ $E_{R1} = 10\ V$

$E_{R2} = R_2 \times I_2$ $E_{R2} = 10 \times 2A$ $E_{R2} = 20\ V$

$E_{R3} = R_3 \times I_3$ $E_{R3} = 5 \times 2A$ $E_{R3} = 10\ V$

No circuito de associação de resistores em série, a soma das tensões é igual à tensão da fonte de força que está aplicada no circuito.

$E_t = E_{R1} + E_{R2} + E_{R3}$

$E_t = 10\ V + 20\ V + 10\ V$

$E_t = 40\ V$

Consideremos, agora, que efeito terá sobre a corrente uma mudança na resistência, quando conserva-se a voltagem constante.

Exemplo: A voltagem permanecendo constante, e a resistência sendo dobrada, a corrente será reduzida à metade de seu valor original.

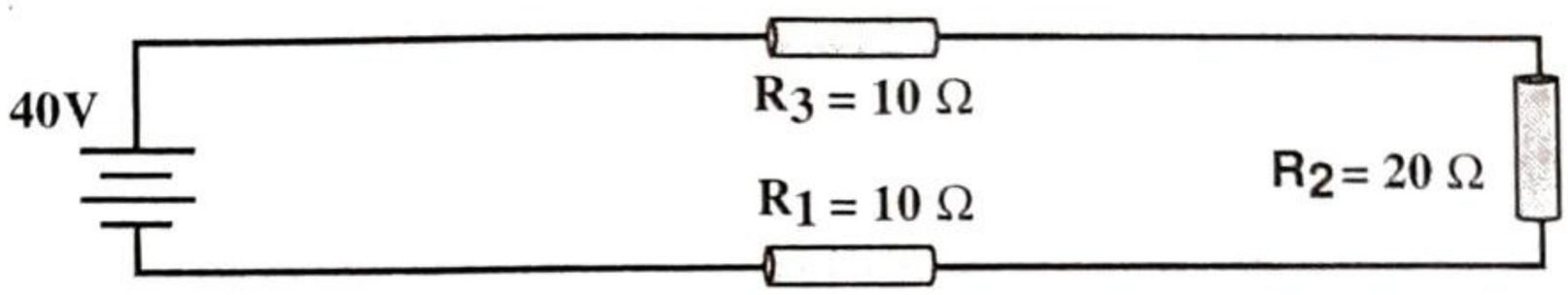


Figura 34

Calculando-se a resistência total da associação de resistores em série da figura 34, teremos:

$$\mathbf{R_t = R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\mathbf{R_t = 10 + 20 + 10}$$

$$\mathbf{R_t = 40\Omega}$$

Notamos que a resistência total do circuito dobrou de valor. No circuito da figura 33, $\mathbf{R_t}$ era 20Ω e agora temos: $\mathbf{R_t} = 40$.

Aplicando-se a ***lei de Ohm,*** teremos o seguinte valor para a corrente total:

$$I_t = \frac{E_t}{R_t} \qquad I_t = \frac{40\ V}{40} \qquad onde: I_t = 1A$$

Com o valor da resistência total dobrado de valor, a corrente que fluirá, cairá pela metade para a mesma tensão aplicada (40 V).

Em outro caso, se a voltagem permanecer constante e a resistência for reduzida à metade do valor original, a corrente será o dobro do seu valor.

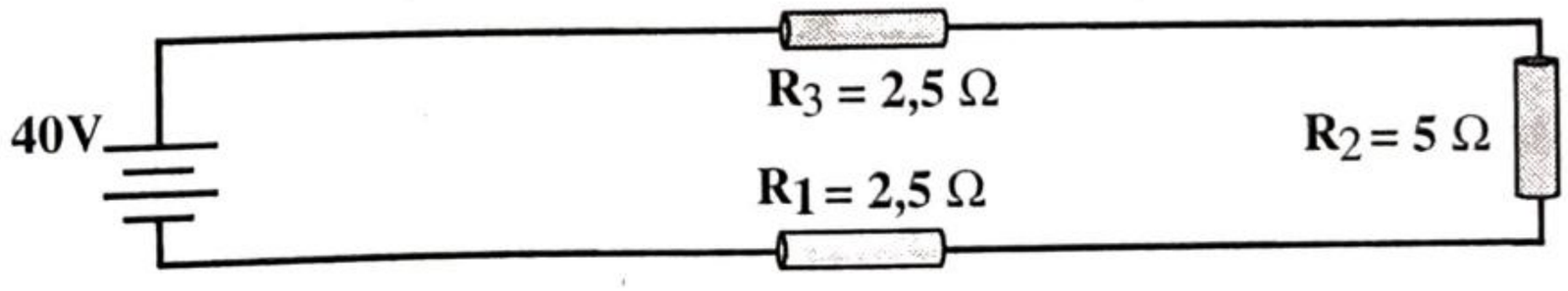


Figura 35

$$\mathbf{R_t = R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\mathbf{R_t = 2,5 + 5 + 2,5}$$

$$\mathbf{R_t = 10}$$

Com o valor da resistência total reduzido à metade, teremos um novo valor para a corrente total.

$$I_t = \frac{E_t}{R_t} \qquad I_t = \frac{40\ V}{10\ \Omega} \qquad onde: \mathbf{I_t = 4A}$$

O valor da corrente total foi dobrado em relação ao valor original (2 A) figura 33.

CIRCUITO PARALELO

É seguidamente necessário ligar aparelhos elétricos, de maneira que toda a fonte de voltagem esteja através de cada aparelho. O circuito, onde dois ou mais aparelhos forem ligados, através da mesma fonte de voltagem, é denominado ***circuito paralelo.***

A ilustração mostra um circuito paralelo com o qual você está muito familiarizado em sua casa.

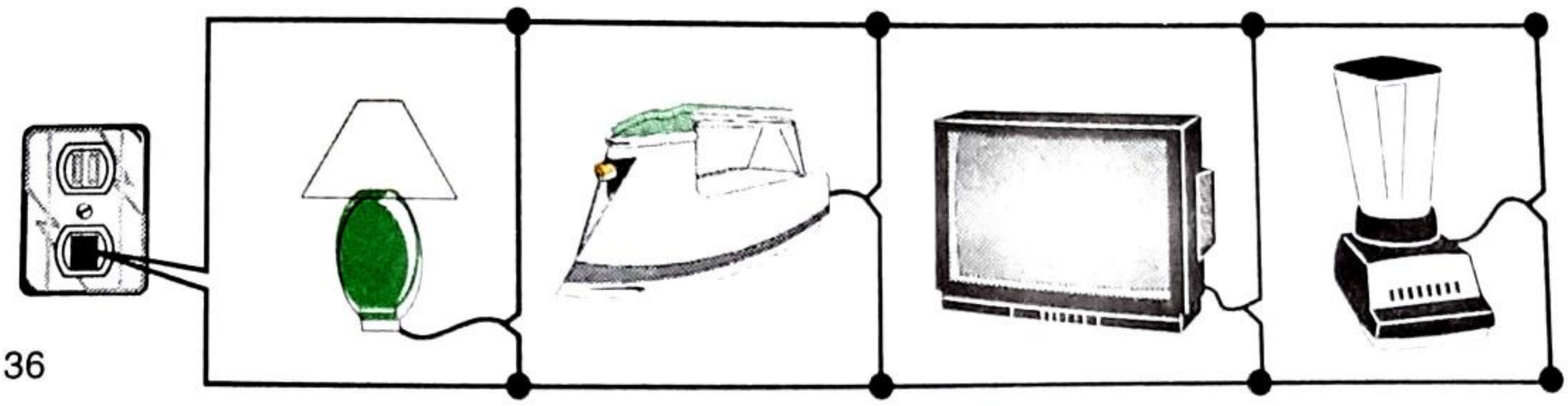


Figura 36

Como se pode ver, a mesma fonte de voltagem (tomada), está sendo aplicada, através do abajur, ferro elétrico, televisão e liquidificador. Assim, isto nos mostra os requisitos principais para que haja um circuito paralelo.

1 - Uma única fonte de força (bateria, gerador, etc)	**2 - Condutores (fios)**
3 - Uma carga (resistência)	**4 - Dois ou mais caminhos para o fluxo de corrente**

Análise do Circuito Paralelo

Quando ligamos os componentes de um circuito um ao lado do outro, de tal forma que a corrente tenha vários caminhos a seguir, dizemos que este é um circuito paralelo.

A característica importante deste tipo de circuito é que a tensão é a mesma em todos os componentes, enquanto que a corrente é distribuída entre os vários componentes.

Podemos observar, na figura 37, que os pontos **A, B, C, D** são ligados juntos e são eletricamente um ponto só. Da mesma maneira, os pontos **E, F, G, H** completam o outro ponto elétrico. Já que a tensão

aplicada pela fonte (bateria) aparece entre os pontos **A** e **E,** e que estes estão eletricamente ligados com **A, B, C, D** respectivamente, e **E, F, G, H** a mesma voltagem da fonte (bateria) aparecerá entre os pontos **B** e **F,** entre os pontos **C** e **G** e entre os pontos **D** e **H.** Por isso, pode-se dizer que, quando os resistores são ligados, em paralelo, através de uma fonte de voltagem, cada resistor tem a mesma voltagem aplicada, apesar da corrente ser diferente, dependendo dos valores das resistências.

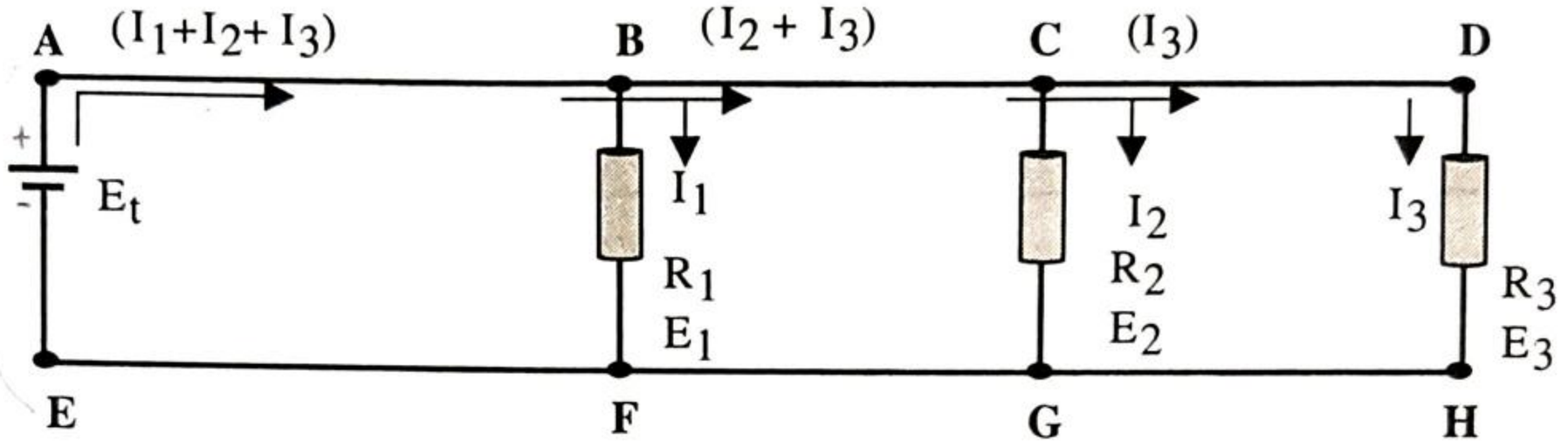


Figura 37

Ainda estudando a figura 37, teremos: $\mathbf{E_t}$ é a voltagem aplicada no circuito (tensão da fonte).

$\mathbf{E_1}$ é a voltagem sobre $\mathbf{R_1}$

$\mathbf{E_2}$ é a voltagem sobre $\mathbf{R_2}$

$\mathbf{E_3}$ é a voltagem sobre $\mathbf{R_3}$

$$\mathbf{E_t = E_1 = E_2 = E_3}$$

A corrente, por sua vez, divide-se entre os vários ramos em um circuito paralelo, de maneira que seu valor depende exclusivamente do valor da resistência de cada ramal.

Em um circuito paralelo, os ramais de baixa resistência drenam mais corrente do que os ramais com alta resistência. O fluxo de corrente, em um circuito paralelo, pode ser expresso matematicamente da seguinte maneira.

$$\mathbf{I_t = I_1 + I_2 + I_3}$$

Onde: $\mathbf{I_t}$ é a corrente total fornecida pela fonte (bateria) e $\mathbf{I_1}$, $\mathbf{I_2}$, $\mathbf{I_3}$, são as correntes através de $\mathbf{R_1}$, $\mathbf{R_2}$ **e** $\mathbf{R_3}$, respectivamente.

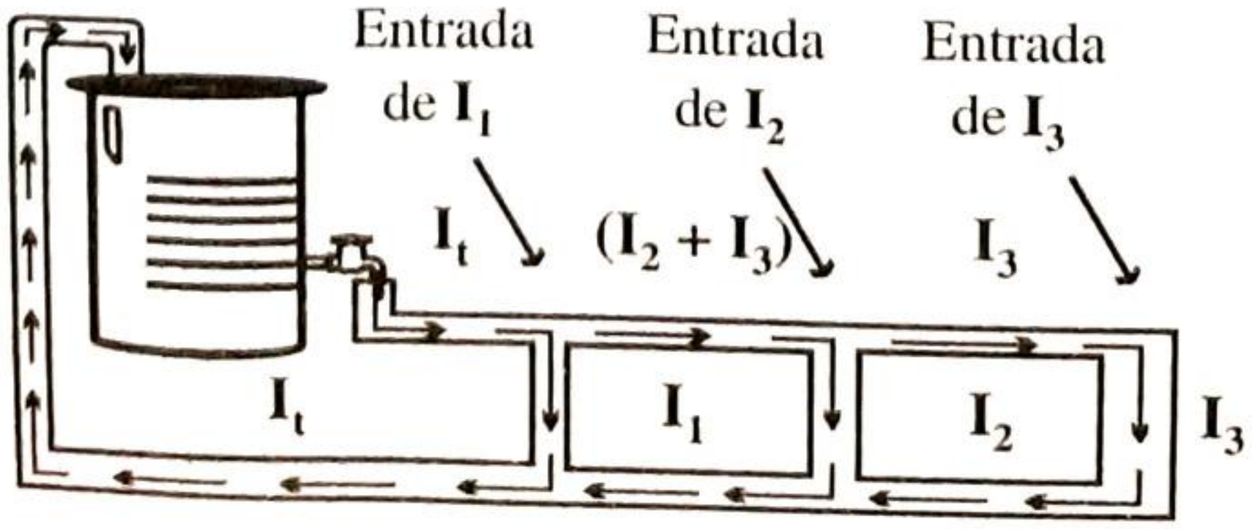


Figura 38

Como exemplo, temos uma bateria de 12 V aplicada num circuito paralelo. Os valores dos resistores da associação são $R_1 = 24$, $R_2 = 12$ e $R_3 = 6\ \Omega$. Aplicando a Lei de Ohm para encontrar o fluxo total (I_t) da corrente no circuito, teremos:

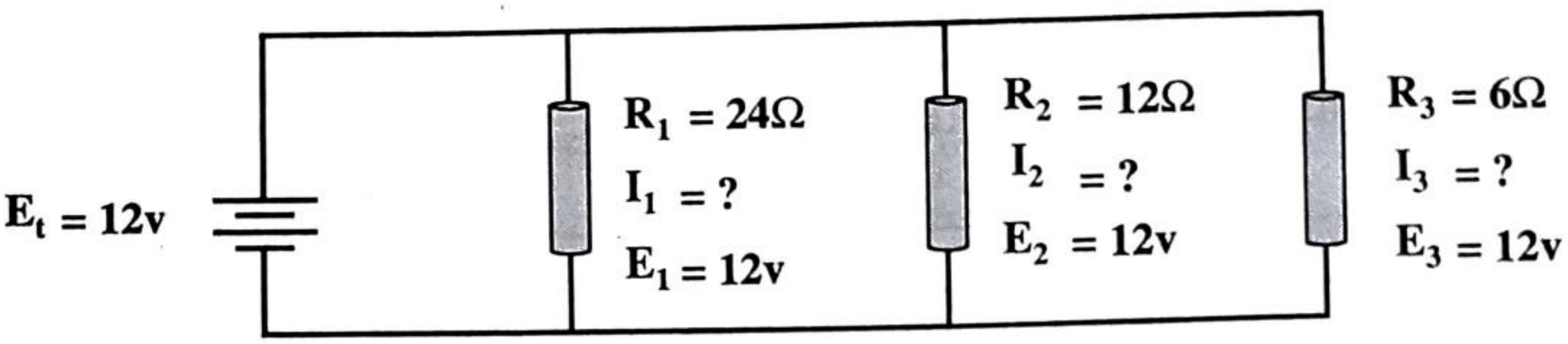


Figura 39

* $E_t = E_1 = E_2 = E_3$, para associação em paralelo.

a) $I_1 = \dfrac{E_1}{R_1}$ $\qquad I_1 = \dfrac{12\ V}{24\ \Omega}$ $\qquad I_1 = 0{,}5\ A$

b) $I_2 = \dfrac{E_2}{R_2}$ $\qquad I_2 = \dfrac{12\ V}{12\ \Omega}$ $\qquad I_2 = 1\ A$

c) $I_3 = \dfrac{E_3}{R_3}$ $\qquad I_3 = \dfrac{12\ V}{6\ \Omega}$ $\qquad I_3 = 2\ A$

* $I_t = I_1 + I_2 + I_3$ Para associação em paralelo

$I_t = 0{,}5\ A + 1\ A + 2\ A$

$I_t = 3{,}5\ A$

ATENÇÃO

Observe que, quanto maior o valor da resistência, menor é o fluxo de corrente que passa através dela.

As tensões sobre os resistores possuem o mesmo valor que a bateria.

Resistência Total do Circuito Paralelo

Neste tipo de associação a corrente em cada resistor independe da corrente do outro resistor que participa da associação. Esta corrente dependerá apenas do valor de cada resistor e da tensão aplicada na associação.

É bom lembrar que a tensão sobre cada resistor, terá o mesmo valor que a tensão total.

$$E_t = E_1 = E_2 = E_3 = E_4 \ldots$$

A corrente total será igual a soma dos valores das correntes individuais dos resistores.

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 \ldots$$

A resistência total do circuito de resistores em paralelo será igual ao inverso da soma dos inversos dos resistores. O valor da resistência total terá seu valor menor que o menor resistor da associação.

$$R_t = 1 : \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \ldots \right)$$

Para R_1 seu inverso é $\frac{1}{R_1}$

Para R_2 seu inverso é $\frac{1}{R_2}$

Para R_3 seu inverso é $\frac{1}{R_3}$

Para R_4 seu inverso é $\frac{1}{R_4}$

Assim será para todos os resistores que participarem da associação, o numerador "1" representa o inverso.

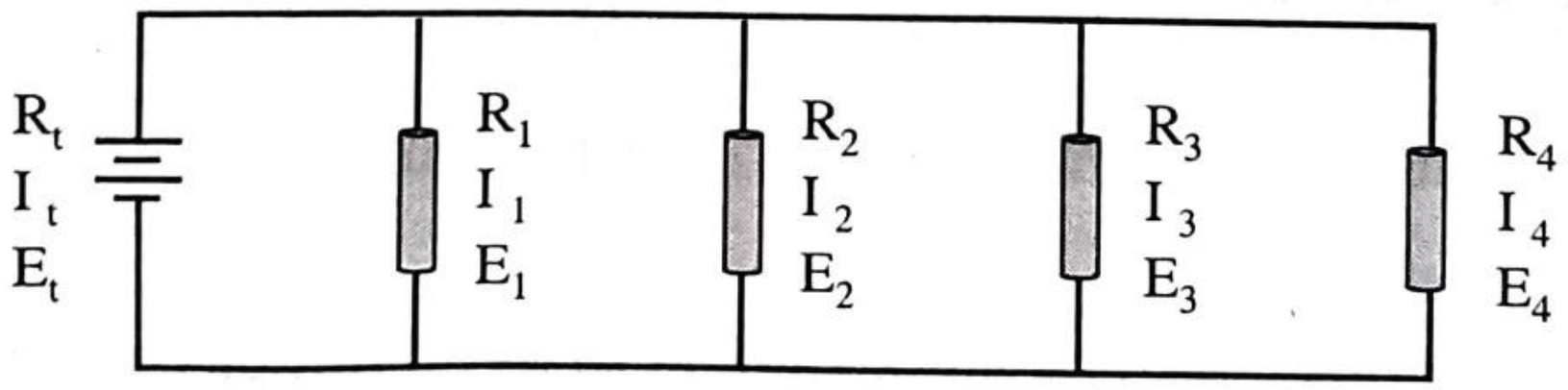


Figura 40

Supondo no exemplo:

Para $R_1 = 80\Omega$; $R_2 = 48\Omega$; $R_3 = 30\Omega$ e $R_4 = 60\Omega$.

Sendo a tensão da bateria igual a 120 Volts, calcular a resistência total do circuito? Aplicando a fórmula tem-se:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{80} + \frac{1}{48} + \frac{1}{30} + \frac{1}{60}}$$

Primeiro passo é tirar o M.M.C. dos denominadores:

80, 48, 30, 60	2
40, 24, 15, 30	2
20, 12, 15, 15	2
10, 6, 15, 15	2
5, 3, 15, 15	3
5, 1, 5, 5	5
1, 1, 1, 1	1

M.M.C. = $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 5$

M.M.C. = 240

NOTA

O valor do M.M.C. (240) deverá ser dividido por cada denominador e depois multiplicado pelo seu numerador correspondente.

$240 : 80 = 3 \times 1 = 3$; $240 : 48 = 5 \times 1 = 5$; $240 : 30 = 8 \times 1 = 8$;
$240 : 60 = 4 \times 1 = 4$

Você terá então:

$$R_t = 1 : \frac{(3 + 5 + 8 + 4)}{240} = \frac{1}{1} : \frac{20}{240} = \frac{1}{1} \times \frac{240}{20} = 12$$

A resistência total do exemplo acima é de 12 Ohms.

Outra maneira de acharmos a resistência total de um circuito paralelo, é fazendo a associação de dois em dois resistores. Deste modo, teremos:

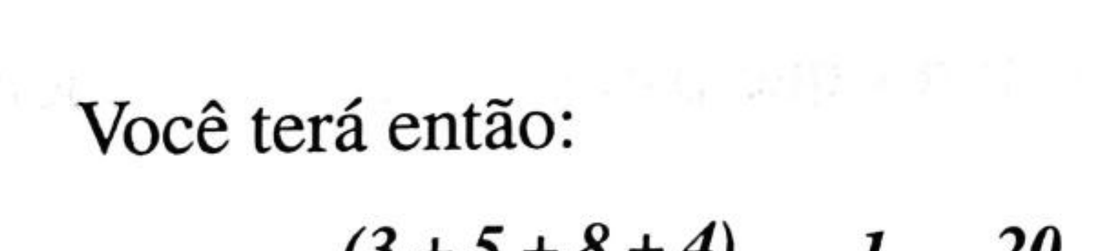


Figura 41

Req. = Resistor equivalente

$$Req\ (1) = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} \qquad Req\ (1) = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = \frac{36}{12} = 3$$

$$Req\ (2) = \frac{R_1 \times Req\ (1)}{R_1 + Req\ (1)} \qquad Req\ (2) = \frac{3 \times 3}{3 + 3} = \frac{9}{6} = 1{,}5$$

CIRCUITOS SÉRIE-PARALELO (CIRCUITOS MISTOS)

Uma vez entendidos os circuitos em série e em paralelo, os circuitos mistos são uma "barbada". Vejamos o circuito:

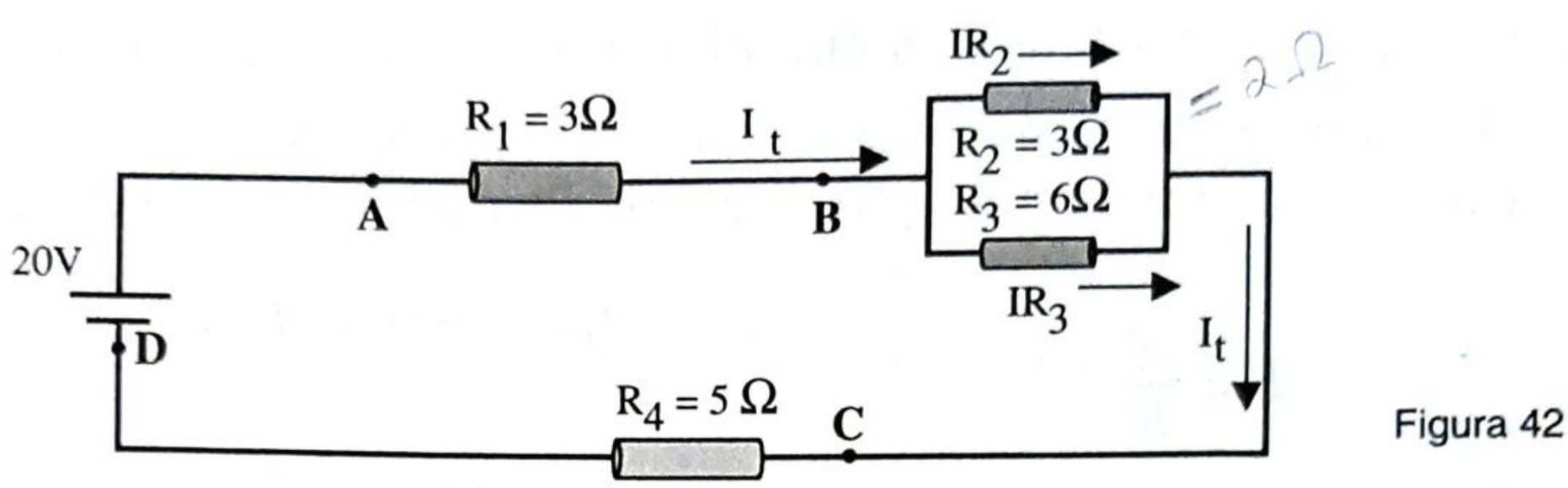


Figura 42

O 1° passo é reduzir os resistores que estão em paralelo a um único resistor. Considerando o circuito entre os pontos **B** e **C,** temos:

$R_2 = 3\Omega$ em paralelo com $R_3 = 6\Omega$.

Estes dois resistores são equivalentes a um único resistor, cujo valor é:

$$Req = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2\ ohms$$

O nosso circuito pode ser agora reescrito assim:

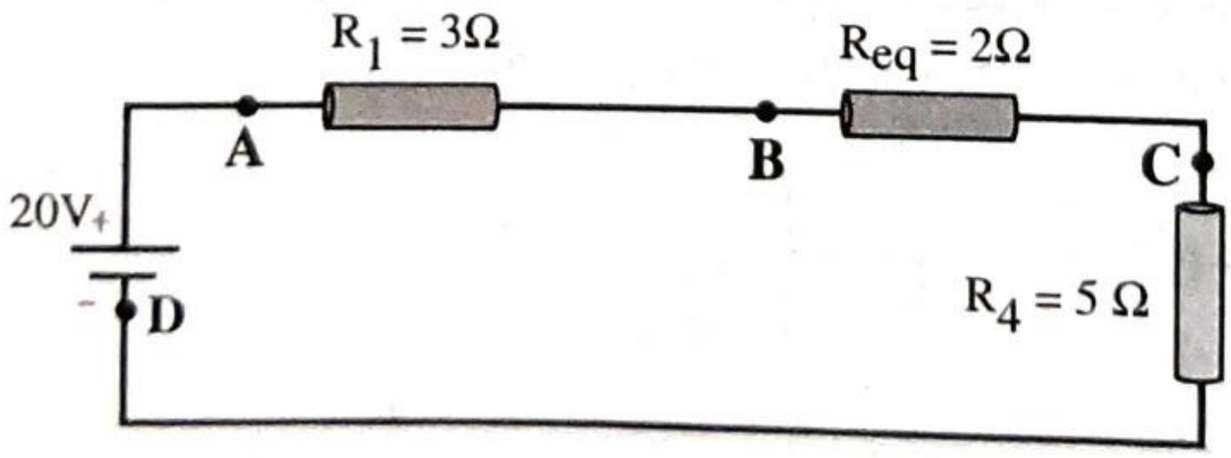


Figura 43

O que temos não é nada mais do que um circuito em série; vamos calcular a R_t:

$$R_t = R_1 + Req + R_4 = 3 + 2 + 5 = 10\ ohms$$

Cálculo da corrente total:

$$I_t = \frac{E_t}{R_t} \qquad I_t = \frac{20\ V}{10\ \Omega} = 2\ A$$

Cálculo das tensões sobre os resistores

$$E = R \times I$$

$$E_1 = 3\Omega \times 2A = 6V$$

$$E_{Req} = 2\Omega \times 2A = 4V$$

$$E_4 = 5\Omega \times 2A = 10V$$

Está nos faltando saber qual é a corrente que circula pelos resistores R_2 e R_3. Sabemos que a tensão sobre eles é de 4V (mesma do Req). Uma vez que sabemos o valor da tensão sobre cada resistor e o seu valor, o cálculo da corrente é uma aplicação direta da fórmula da lei de Ohm:

$$I = \frac{E}{R}$$

$$I_{R2} = \frac{4\,V}{3\,\Omega} = 1{,}33\,A$$

$$I_{R3} = \frac{4\,V}{6\,\Omega} = 0{,}67\,A$$

A corrente, saindo do pólo positivo da pilha, percorre a R_1 e, ao atingir o ponto B, se divide: parte segue por R_2, parte por R_3. No ponto C, as duas correntes novamente vão se "juntar", passando por R_4 e retornando à pilha pelo pólo negativo. É importante entender que a corrente sempre procura o caminho que menos resistência oferece à sua passagem. Deste modo, se ligássemos um fio entre os extremos de R_4, a corrente não iria mais circular por R_4, e sim, pelo fio. Seria um curto-circuito.

A título de exercício, calcule qual o valor da corrente, no circuito da figura 42, se colocássemos R_4 em curto, conforme figura 44.

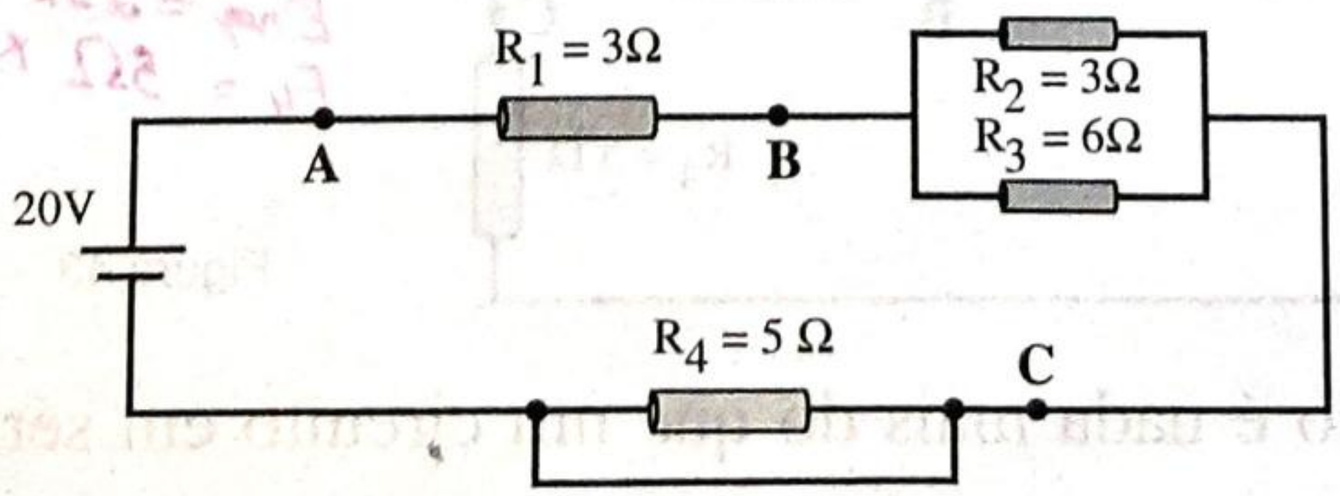


Figura 44

Solução: A resistência total iria diminuir para: $R_t = R_1 + R_{eq.} = 5\Omega$

A tensão da fonte não vai se alterar. Logo, o cálculo da corrente continua sendo uma simples aplicação da fórmula da lei de Ohm:

$$I = \frac{E}{R}$$

$$I = \frac{20\,V}{5\,\Omega} = 4\,A$$

POTÊNCIA

Podemos definir potência como a rapidez com que transformamos energia, produzindo um trabalho. Num circuito elétrico, sempre que uma corrente circula por um resistor, o mesmo se aquece. Esse aquecimento é devido à transformação da energia elétrica em energia térmica.

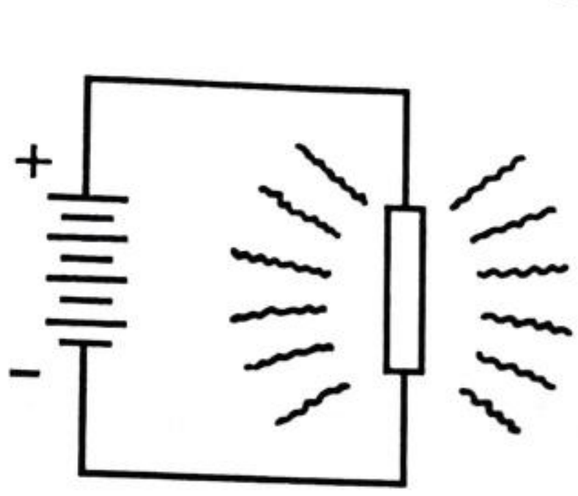


Figura 45

ATENÇÃO

O efeito Joule consiste na transformação de energia elétrica em energia térmica.

Para calcular a potência dissipada por um resistor, usamos a fórmula geral **P = E x I** e suas variações:

$$P = \frac{E^2}{R} \qquad \text{e} \qquad P = I^2 \times R$$

Exemplo de aplicação: Num circuito, a corrente que circula por um resistor é de **0,1A** e a tensão sobre ele é de **10V.** Qual a potência dissipada pelo resistor?

Solução: $I = 0,1A$ $E = 10V$ $P = E \times I$

$P = 10 \times 0,1 = 1W$

ATENÇÃO

a) A unidade de medida de potência é o Watt (W).

b) Nos circuitos eletrônicos, para potências até 2,5W, usamos resistores de carvão. Para potências maiores, são usados resistores de fio.

c) O tamanho de um resistor é proporcional a sua potência (quanto maior a potência, maior o resistor).

d) Por uma questão de segurança, sempre devemos colocar no circuito uma resistência com potência pelo menos três vezes maior do que a calculada. No exemplo de aplicação, em que calculamos que a potência de dissipação de calor do resistor é de 1W, o mesmo deverá ter capacidade de dissipação de pelo menos 3 Watts.

EXERCÍCIOS

01. *O elétron possui carga elétrica:*

a) positiva;
b) negativa;
c) neutra.

02. *Cargas elétricas iguais:*

a) se repelem;
b) se atraem;
c) podem se repelir ou atrair, dependendo da quantidade da carga.

03. *Substâncias que possuem muitos elétrons livres são:*

a) maus condutores de eletricidade;
b) borracha, papel, vidro, etc.;
c) bons condutores de eletricidade.

04. *Chamamos de tensão:*

a) ao movimento de elétrons num condutor;
b) à oposição ao fluxo da corrente elétrica num condutor;
c) à força que impulsiona os elétrons no condutor.

05. *No sentido convencional da corrente, consideramos que:.*

a) os elétrons partem do pólo positivo da pilha e retornam pelo pólo negativo;
b) os elétrons partem do pólo negativo da pilha e retornam pelo pólo positivo;
c) os prótons é que estão circulando no condutor.

06. *A resistência de um condutor depende:*

a) do seu comprimento e da sua bitola (seção reta);
b) da sua natureza e da sua temperatura;
c) as alternativas a e b estão corretas.

07. *Para controlar a intensidade da corrente num circuito, nos utilizamos dos:*

a) condutores;
b) resistores;
c) chaves ou interruptores.

08. *O valor de um resistor de carvão com as faixas: 1ª marrom; 2ª cinza; 3ª laranja; 4ª dourada; é:*

a) 183 ohms, 5% de tolerância;
b) 18.000 ohms, 20% de tolerância;
c) 18.000 ohms, 5% de tolerância.

09. *A lei de Ohm está baseada em três grandezas:*

a) resistência, potência e corrente;
b) tensão, corrente e resistência;
c) tensão, condutor e corrente.

10. *A fórmula da lei de Ohm é:*

a) $R = E \times I$
b) $R = E \times I^2$
c) $R = \frac{E}{I}$

11. *Podemos afirmar, baseado na lei de Ohm, que a corrente em um circuito é diretamente proporcional à tensão e:*

a) inversamente proporcional à resistência;
b) inversamente proporcional à potência dissipada pelo condutor;
c) inversamente proporcional ao número de baterias aplicadas ao circuito.

12. *As unidades da corrente, resistência e voltagem são respectivamente:*

a) Ohm, Ampère, Watt;
b) Ampère, Ohm, Volt;
c) Ampère, Cal, Volt.

13. *O que caracteriza o circuito-série é:*

a) a tensão é a mesma em todos os resistores;

b) a corrente elétrica é a mesma em qualquer ponto;

c) a corrente varia para cada valor de resistor.

14. *Em um circuito-série quando um componente abrir, teremos:*

a) o fluxo de corrente aumenta de valor;

b) não altera o restante do circuito;

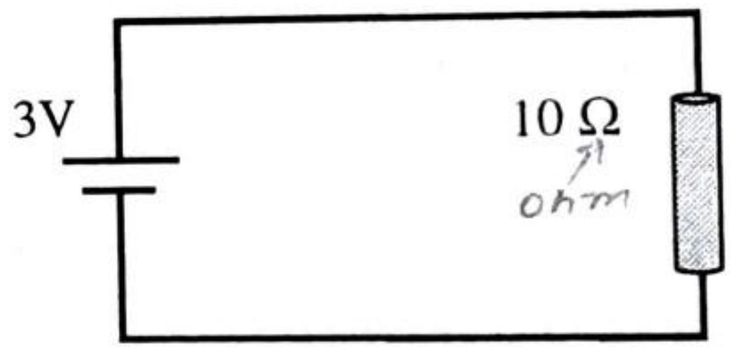
c) deixará de fluir corrente pelo circuito.

15. *Qual a potência dissipada pelo resistor do circuito? Lembre-se que:* $P = E \times I$

$P = I^2 \times R$

$P = \frac{E^2}{R}$

E = 3V
R = 10Ω
P = ?
I = ?



a) 0,3 W P = I² x R

b) 30W P = (0,3)² x 10

c) 0,9W P = 0,09 x 10

P = 0,9

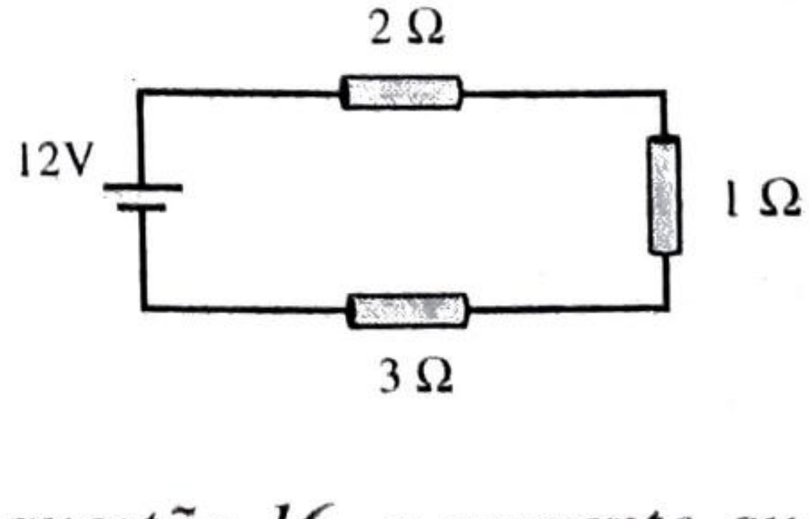
16. *No circuito abaixo, a resistência total é igual a:*

a) 0,55Ω

b) 6Ω $R_t = R_1 + R_2 + R_3$

c) 8Ω $R_t = 2 + 1 + 3$

$R_t = 6\ \Omega$



17. *No mesmo circuito da questão 16, a corrente que circula pelo resistor de 3Ω é:*

a) 2V

b) 2A $I = \frac{E}{R}$ $I = \frac{12}{6} = 2A$

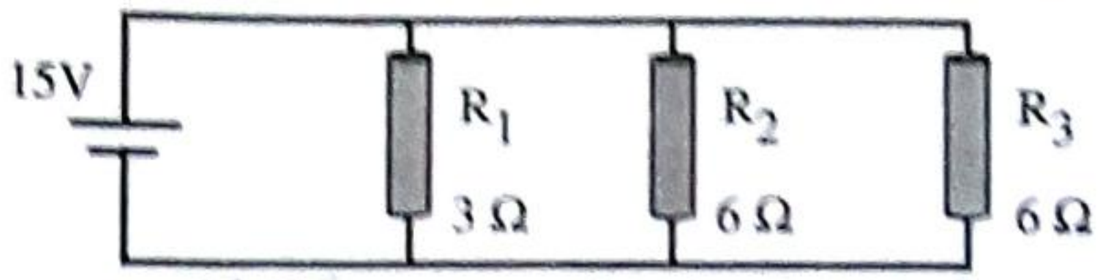
c) 1,33A

18. *A resistência total do circuito apresentado abaixo é:*

a) 12Ω

b) 15Ω

c) 1,5Ω



19. *No mesmo circuito da questão 18, a corrente que circula por R_1 é:*

a) 1A

b) 10A

c) 5A

GABARITO

01. *b*	**06.** *c*	**11.** *a*	**16.** *b*
02. *a*	**07.** *b*	**12.** *b*	**17.** *b*
03. *c*	**08.** *c*	**13.** *b*	**18.** *c*
04. *c*	**09.** *b*	**14.** *c*	**19.** *c*
05. *a*	**10.** *c*	**15.** *c*	

IMPORTANTE

Ao completar os exercícios, você já poderá conferir sua resposta, e caso não esteja correta, deve voltar a ler o assunto onde está inserida a pergunta. Se você não conseguir entender algumas questões, ou achar que as respostas não estão certas, de acordo com o que você conseguiu estudar, escreva-nos solicitando explicações, porém indique o número do polígrafo e da página.

Não esqueça de colocar seu número de matrícula e nome completo.

CENTRAL DE ATENDIMENTO PARA TODO BRASIL

(0xx51) 3711-4000

LIGUE JÁ!
FALE COM A Profª REGINA

IPR INSTITUTO PADRE REUS

TRANSFORMANDO PESSOAS EM PROFISSIONAIS QUALIFICADOS

MANTENEDORA DE ESTABELECIMENTO DE ENSINO
Matrícula N.º 540/99 - CEE/RS
Rua Ernesto Alves, 1087 - Caixa Postal 96
96810-912 - Santa Cruz do Sul - RS
Fone: (0xx51)3711-4000 / Fax: (0xx51)3711-2423
www.preus.com.br / e-mail: central@preus.com.br